



Das Lebensministerium



## Berichte aus der Fischerei

Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Heft 26/2008

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## **Inhalt**

Tim Gottschalk, Matthias Pfeifer, Dr. Gert Füllner

*Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*

### **Kormoransichere Aufzucht von Satzkarpfen in „In-Teich-Kreislaufanlagen“**

**1**

Dr. Klaus Kohlmann

*Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei e.V., Berlin-Friedrichshagen*

Dr. Gert Füllner

*Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*

### **Untersuchungen von rückkehrenden Laichfischen Atlantischer Lachse (*Salmo salar*) im Rahmen des Programms zur Wiedereinbürgerung des Lachses in die Elbe auf genetische Marker**

**113**

**Kormoransichere Aufzucht von Satzkarpfen in „In-Teich-Kreislaufanlagen“**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Das In-Teich-Kreislaufsystem (ITK) .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Versuchsaufbau, Versuchsanlagen, Material und Methoden .....</b>	<b>4</b>
3.1	Rinnenanlage .....	5
3.2	Netzgehegeanlage .....	8
3.3	Aufnahme und Berechnung relevanter Parameter und statistische Auswertung .....	10
3.3.1	Daten zum Fischwachstum .....	10
3.3.2	Umwelt- und Haltungsparameter .....	10
3.3.3	Fütterungsdaten .....	11
3.3.4	Statistische Auswertungen .....	11
<b>4</b>	<b>Das Versuchsjahr 2005.....</b>	<b>12</b>
4.1	Versuchsaufbau und -durchführung .....	12
4.1.1	Versuche in der In-Teich-Kreislaufanlage.....	12
4.1.2	Teichversuche .....	13
4.2	Ergebnisse.....	13
4.2.1	K1-Aufzucht in ITK.....	13
4.2.2	K1-Aufzucht in Teichen .....	19
4.3	Überwinterung der Versuchsfische .....	19
<b>5</b>	<b>Das Versuchsjahr 2006.....</b>	<b>19</b>
5.1	Versuchsaufbau und -durchführung .....	19
5.1.1	Rinnenanlage .....	20
5.1.2	Aufbau der Gehegeanlage .....	20
5.1.3	Besatz der Anlagen .....	21
5.1.4	Fütterung .....	21
5.1.5	Betreuung der Anlagen und der Fische .....	22
5.1.6	Abfischung.....	22
5.2	Teichversuche .....	23
5.3	Ergebnisse.....	23
5.3.1	K1-Aufzucht in ITK.....	23
5.3.2	K1-Aufzucht in Teichen .....	31
5.4	Überwinterung der Versuchsfische .....	34
<b>6</b>	<b>Das Versuchsjahr 2007.....</b>	<b>34</b>
6.1	Versuchsaufbau- und -durchführung .....	34
6.1.1	Versuche in den In-Teich-Kreislaufanlagen .....	36
6.1.2	Teichversuche .....	37
6.1.3	Fütterung .....	37
6.2	Ergebnisse.....	38
6.2.1	K1-Aufzucht in ITK.....	38

6.2.2	K1-Aufzucht in Teichen .....	40
6.2.3	Ergebnisse der Wasseranalytik .....	42
6.2.4	Ergebnisse von Nährtieruntersuchungen .....	52
6.3	Überwinterung der Versuchsfische .....	54
<b>7</b>	<b>Diskussion und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Summary .....</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Anlagen.....</b>	<b>60</b>

## Abkürzungsverzeichnis

BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf (hier als BSB <sub>5</sub> ) über 5 Tage gemessen.
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
FQ	Futterquotient (kg Futter je kg Fischzuwachs)
GZF	Getreidezufütterung
HSB	Hybridstreifenbarsche. F1-Gebrauchshybriden zwischen <i>Morone saxatilis</i> x <i>M. chrysops</i> .
ITK	In-Teich-Kreislaufanlage
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Ri li	Rinne links der In-Teich-Kreislaufanlage in Versuchsteich 7
Ri re	Rinne rechts der In-Teich-Kreislaufanlage in Versuchsteich 7
TOC	Total organic carbon (Total organischer Kohlenstoff)
VT	Versuchsteich
VTA	Versuchsteichanlage
VT5Zu	Gehege in Versuchsteich 5 (Zuleiterseite des Teichs)
VT5St	Gehege in Versuchsteich 5 (Straßenseite des Teichs)
VT6Zu	Gehege in Versuchsteich 6 (Zuleiterseite des Teichs)
VT6St	Gehege in Versuchsteich 6 (Straßenseite des Teichs)

## 1 Einleitung

Nach wie vor verursachen Kormorane erhebliche Verluste in der Satzkarpfenaufzucht in den sächsischen Teichwirtschaften. Deshalb ist eine stabile Satzfischerzeugung gegenwärtig nicht gewährleistet. Einen Ausweg stellt die Satzfischerzeugung in technischen Anlagen dar. Hier kann der Einfluss des Kormorans an den Stückverlusten vollständig verhindert werden. Herkömmliche, landbasierte Kreislaufanlagen in geschlossener Bauweise haben unter den aktuellen ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen in Deutschland allerdings gegenwärtig keine Aussicht auf wirtschaftlichen Betrieb für die Fischart Karpfen.

Andererseits konnte die Eignung einer „In-Teich-Kreislaufanlage“ für die Aufzucht von Streifenbarschhybriden (HSB = *Morone saxatilis* x *M. chrysops*) bereits unter Beweis gestellt werden (GOTTSCHALK et al. 2004). Hierbei handelte es sich um eine kombinierte Teich/Rinnenanlage, bei der die Aufzucht der Fische in einer Durchflusssrinne erfolgte, welche im Teich steht und mit Wasser aus diesem gespeist wird. Der Teich selbst dient als Wasserreservoir und zur Wasserreinigung und besitzt vergleichsweise zu den eigentlichen Produktionseinheiten nur einen moderaten Fischbesatz. Die Übertragung der mit HSB erreichten Ergebnisse zur Stabilisierung der K<sub>1</sub>-Produktion drängt sich förmlich auf.

Durch die Funktionsweise der In-Teich-Kreislaufanlage könnten darüber hinaus zeitweise in Teichen auftretende Satzkarpfenverluste durch Kiemenerkrankungen und durch akuten Sauerstoffmangel entscheidend minimiert werden. Damit kann erwartet werden, dass aus „In-Teich-Kreislaufanlagen“ hochwertige einsömmrige Satzkarpfen mit bester Kondition und Überwinterungsfähigkeit bereitgestellt werden können.

Aufbauend auf den Erfahrungen, die mit der Pilotanlage gewonnen wurden, sollte eine weitere Variante bzw. Modifizierung der „In-Teich-Kreislaufanlage“ erprobt werden. Dabei ging es vor allem um eine Senkung des finanziellen Investitionsaufwandes sowie eines sparsamen Mitteleinsatzes, um die Ökonomie dieser Produktion gegenüber der herkömmlichen Satzfischerzeugung in Teichen zu verbessern sowie die Akzeptanz des Verfahrens bei Teichwirten zu erhöhen. Gegenüber hochtechnisierten Verfahren mit Einsatz von technischem Sauerstoff sollte der Aufwand an Ausrüstung gering gehalten werden.

Mit dem Projekt wurden im Einzelnen folgende Ziele verfolgt:

1. Sicherung einer stabilen K<sub>1</sub>-Produktion für die sächsischen Karpfenteichwirte durch Senkung der kormoranbedingten Stückverluste bei der Aufzucht einsömmriger Satzkarpfen auf Null.
2. Erarbeitung und Etablierung praxisreifer Aufzuchtverfahren für einsömmrige Karpfen in Rinnen und Gehegen mit herkömmlicher Belüftungstechnik. Die Installation der zu erprobenden In-

Teich-Kreislaufanlagen sollte in allen geeigneten kleineren Satzfischteichen möglich sein, deren einzige Voraussetzung das Vorhandensein eines Stromanschlusses ist.

3. Erhöhung des Gesamtflächenertrags des gesamten In-Teich-Kreislaufanlagensystems im Vergleich zur K<sub>1</sub>-Produktion mittels herkömmlicher intensiver Teichaufzuchtverfahren.
4. Verbesserung der Qualität der einsömmerigen Karpfen durch Vermeidung von systemimmanenten chronischen Sauerstoffmangelsituationen bei herkömmlichen intensiven Teichaufzuchtverfahren.
5. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit sächsischer Karpfenteichwirtschaftsunternehmen durch Einführung innovativer Verfahren der Fischproduktion.
6. Verringerung des Futteraufwands bei der K<sub>1</sub>-Produktion durch maximale Nutzung der Naturnahrung und Schonung der Naturnahrungsressourcen im schwach besetzten Teichkompartiment.
7. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Satzkarpfenerzeugung.
8. Verringerung der Winterstückverluste der K<sub>1</sub> durch Erzeugung ideal konditionierter Fische

Folgende Ergebnisse wurden im Ergebnis der Untersuchungen erwartet:

- Produktionsdaten zum Verlauf der Aufzucht von K<sub>1</sub> in In-Teich-Versuchsanlagen verschiedener Bauarten
- Daten der Futterverwertung bei verschiedenen Bestandsdichten
- Daten zur maximalen Produktionsbelastung einer In-Teich-Kreislaufanlage unter mitteleuropäischen Klimabedingungen
- Daten zum Verhalten der fischfreien Teichkompartimente in Bezug auf Wasserchemie und Zooplankton im Vergleich zu herkömmlich bewirtschafteten Karpfenteichen
- Daten zum Vergleich geschlossener/offene Systeme
- Daten zur Betriebswirtschaft der Aufzucht von K<sub>1</sub> in In-Teich-Kreislaufanlagen

Weil parallel auch im Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow (IfB) Forschungen zur Nutzung von In-Teich-Kreislaufanlagen zur Satzfischerzeugung durchgeführt werden, mussten die Versuchsplanungen aufeinander abgestimmt werden. Im Mittelpunkt der Versuchsanstellung des IfB stand eine hochtechnisierte Variante unter Einsatz technischen Sauerstoffs bei der Produktion von zweisömmerigen Satzkarpfen in der großtechnischen Experimentalanlage in Petkamsberg,



während sich die Versuche in Königswartha auf die Erzeugung einsömmriger Karpfen in In-Teich-Kreislaufanlagen mit dem geringstmöglichen technischen Aufwand konzentrierten.

Zur Abstimmung und zum Erfahrungsaustausch fanden über die jeweiligen Arbeiten sowie die erzielten Ergebnisse zwischen der LfL und dem IfB regelmäßige Konsultationen statt.

## **2 Das In-Teich-Kreislaufsystem (ITK)**

PARKER (1988) stellte ein Aquakultursystem vor, bei dem Fische in einer im See schwimmenden Rinne gehalten und aufgezogen wurden. Mit HP-Förderern wurde Wasser aus dem See in die Rinne gepumpt, durchströmte diese und floss dann wieder zurück in den See. Jeder HP-Förderer bestand aus 14 parallelen Förderrohren. Jeweils ein Meter unter der Wasseroberfläche wurde Druckluft aus einem Kompressor in die Rohre eingeleitet und nach dem hydropneumatischem Prinzip das Wasser 5 cm hoch gefördert und in die Rinne eingeleitet. Das System bestand aus Holz und Stahl und war vor allem für Gewässer gedacht, die sich aufgrund von Unterwasserhindernissen (Bäume, Baumstümpfe, Felsen), Raubfischen und anderen Fressfeinden (Vögel, Schlangen) normalerweise nicht zur Satzfischaufzucht eigneten. Die transportable Einrichtung war 38 Meter lang, 1,3 Meter breit und 1,3 Meter tief und in ihr sollten Fische geschützt aufgezogen werden, um dann ab einer bestimmten Größe im gleichen Gewässer als Besatzmaterial zur Verfügung zu stehen. Als Vorteile sah PARKER die getrennte Aufzucht verschiedener Altersklassen von Fischen sowie den Überblick über die Bestandsmasse und das Zooplankton, welches mit dem Wasser in die Rinne strömte und als zusätzliche Nahrungsquelle den Fischen zur Verfügung stand. Dieses System wurde als „In-Pond-Raceways“ von YOO (1993) und MASSER und LAZUR (1997) weiterentwickelt und detailliert beschrieben. Die genannten Autoren erweiterten z. B. die Rinne am Abfluss mit einem Kotabscheider und testeten Rinnen, die aus kunststoffbeschichteten Planen hergestellt waren. Mit der Rinnenanlage konnten höhere Besatzdichten, eine verbesserte Wasserqualität und ein geringerer Arbeitskräftebedarf erzielt werden. Die Fische waren leichter zu füttern, zu sortieren und abzufischen. Außerdem konnten Krankheiten leichter erkannt und behandelt werden.

MIRES und AMIT (1992) beschreiben eine andere Form der intensiven Aquakultur – das „Dekel-Aquaculture-System“. Ein fischleerer Teich dient als Wasserreservoir und Biofilter und aus diesem wird ständig Wasser in die Aufzuchtteiche gepumpt, in denen Fische mit zusätzlicher technischer Belüftung hochintensiv (Besatzmassen von ca. 5 Tonnen Tilapien/ha) aufgezogen wurden. Aus den Aufzuchtteichen fließt das Wasser dann wieder zurück in den Sammelteich. Die Zufuhr von Frischwasser in das System war nur bei sehr hohen Ammoniumkonzentrationen nötig. MIRES et al. (1990) zeigen für dieses System, dass der fischleere Teich als hervorragender Biofilter arbeitet, in dem vor allem Ammonium und Nitrit zu einem Großteil abgebaut werden. SCHULZ et al. (2003) weisen nach, wie wirkungsvoll Ablaufwasser aus der Forellenproduktion durch Pflanzenkläranlagen mit *Phragmites australis* geklärt werden kann.

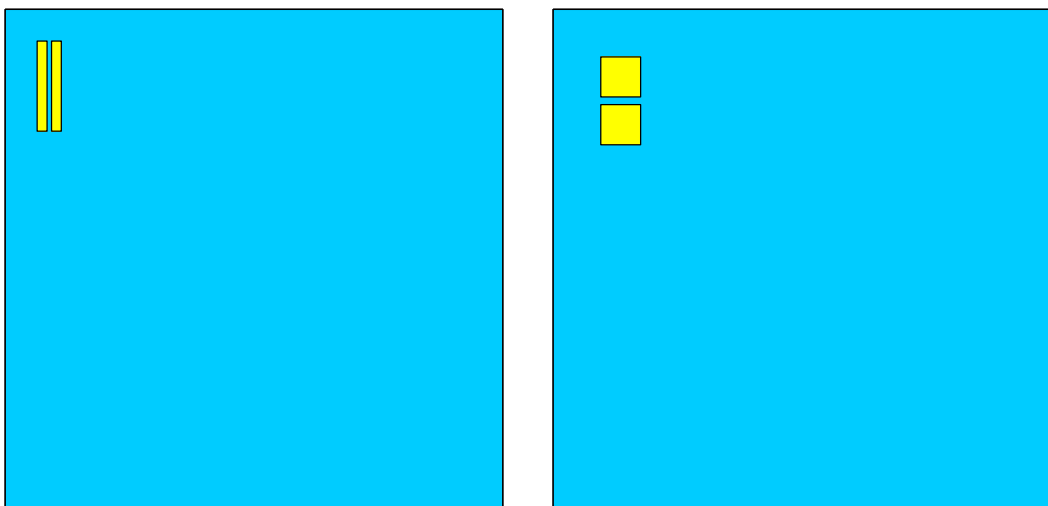
Auf Grundlage des Dekel-Fischzuchtssystems arbeiten auch die Teichsysteme am ungarischen Fischereiforschungsinstitut HAKI für die Intensivaufzucht Afrikanischer Welse (*Clarias gariepinus*). Der Ablauf aus Aquakultursystemen zur Welsaufzucht wird über einen fischfreien Stabilisierungsteich in einen mit Karpfen, Silber- und Graskarpfen besetzten Teich und anschließend in Schilfkärlächen („Wetlands“) gereinigt (VARADI, mdl., KNÖSCHE 2008).

LIRSKI et al. (1979) publizierten schon vor über 20 Jahren ihre Erfahrungen mit einem neuen Typ durchströmter Käfige in Karpfenteichen bei der Aufzucht von Karpfenlarven. Bei diesen Arbeiten ging es hauptsächlich darum die Sauerstoffversorgung zu optimieren, die Fische vor Prädatoren zu schützen und außerdem Plankton aus dem Teich als Nahrung für die Larven in die Käfige zu leiten. Die dafür entwickelten Gaze-Käfige wurden bereits 1972 erstmals in die Praxis eingeführt. Das Verfahren wurde danach auch in der Binnenfischerei der DDR hauptsächlich zur Aufzucht von Silberkarpfenlarven (*Hypophthalmichthys molitrix*) genutzt.

### **3 Versuchsaufbau, Versuchsanlagen, Material und Methoden**

Für die im Folgenden beschriebenen Versuche wurden drei Versuchsteiche in der von MÜLLER (1955) näher beschriebenen Lehr- und Versuchsteichanlage der LfL von je 0,25 ha Wasserfläche genutzt, die nebeneinander in Nähe des Teichwärterhauses lagen, um einerseits die Strom- einschließlich Notstromversorgung zu gewährleisten, andererseits um eine Vergleichbarkeit und bessere Betreuung zu ermöglichen (s. a. Anlage 1).

Dazu wurde im Jahr 2005 die bereits von GOTTSCHALK et al. (2005) beschriebene In-Teich-Rinnenanlage in Versuchsteich Nr. 7 genutzt. In den Versuchsjahren 2006 und 2007 wurden zusätzlich zwei Netzgehegeanlagen in den Teichen Nr. 5 und 6 installiert, so dass die Anzahl der zur Verfügung stehenden Versuchseinheiten erheblich anstieg. Damit konnten ab dem Jahr 2006 zusätzliche Versuchsfragen bearbeitet werden.



**Abbildung 1: Darstellung der Größenverhältnisse der Produktionseinheiten zur Teichfläche**

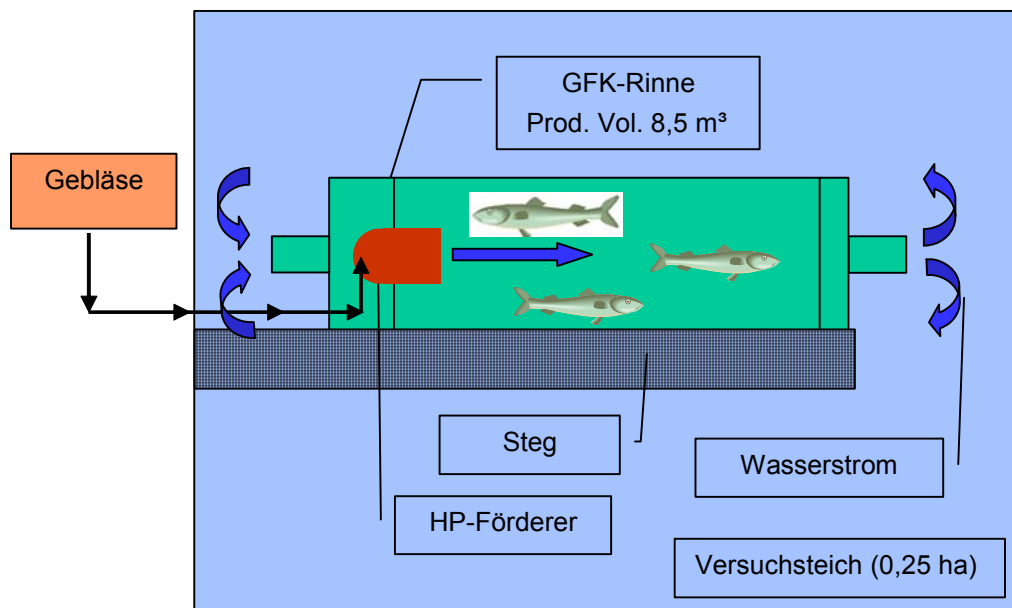
Die durch die In-Teichanlagen genutzte Fläche betrug im Verhältnis zur Gesamtfläche des Teiches nur rund ein Prozent. Weil der Wasserstand in den Produktionseinheiten wie auch im Teich rund 1 Meter beträgt, können Fläche und Volumen gleichgesetzt werden (Tabelle 1). Einen optischen Eindruck von den Größenverhältnissen zwischen Produktionsteil und dem die Anlage umgebenden Teich gibt Abbildung 1.

**Tabelle 1: Nutzvolumen der für die Versuche genutzten In-Teich-Kreislaufanlagen und deren Anteil am Gesamtvolumen der Teiche**

Produktionseinheit	Volumen/Fläche [m³/m²]	Anzahl pro Teich	Anteil an Teichvolumen/Teichfläche [%]
Rinne (1 Versuchsteich)	9	2	0,72
Netzgehege (2 Versuchsteiche)	16	2	1,28

### 3.1 Rinnenanlage

Ziel des Aufbaus der Rinnenanlage war es, die Vorteile der Durchflussrinne mit der Klärwirkung des umgebenden Wasserkörpers zu verbinden. In Abbildung 2 ist das Funktionsprinzip der Anlage dargestellt, Abbildung 3 zeigt eine Gesamtansicht.



**Abbildung 2: Funktionsprinzip der 2003 in der Versuchsteichanlage Königswartha der LfL errichteten „In-Teich-Kreislaufanlage“**

Mit einem HP-Förderer wird Teichwasser in die im Teich stehende Rinne gepumpt und durchströmt diese. Fische werden nur in der Rinne gehalten und der Teich dient als Wasserreservoir und dem biologischen Abbau verschiedener Stoffwechselendprodukte der Fische und mit dem Futter eingetragener Nährstoffe. Der HP-Förderer wird mit einem Seitenkanalverdichter betrieben und das Wasser nach dem hydropneumatischen Prinzip mit Sauerstoff angereichert.



**Abbildung 3: Gesamtansicht der eingesetzten Rinnenanlage**

Die Konzeption und der Aufbau der Anlage erfolgten nach dem von PARKER (1988) dargestellten Prinzip, welches an die Bedingungen der Teichwirtschaft angepasst und modifiziert wurde. In einem der 0,25 ha großen und ca. 1 m tiefen Versuchsteich der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha wurden vor dem Aufstau des Teiches im Frühjahr zwei GFK-Rinnen auf Betonfundamenten verankert. Die Rinnen sind jeweils 10 m lang, 1 m breit und 1,1 m tief. Durch zwei Zwischenwände (je 0,75 m nach Einlauf und vor Auslauf) verfügen die Rinnen bei 1 m Wasserstand im Teich über ein produktives Volumen von 8,5 m<sup>3</sup>. An beiden Enden befindet sich ein Schwenkrohrrein- bzw. -auslauf mit einem Durchmesser von 20 cm. Um ein Entweichen der Fische zu verhindern, können vor dem Auslauf Gitter mit unterschiedlich großen Öffnungen angebracht werden.

Mit jeweils einem HP-Förderer (Abbildung 3) wird Wasser aus dem Teich in die Rinne gefördert und durchströmt diese. Ein Förderer hat einen Durchmesser von 30 cm, der Lufteintritt aus mehreren Bohrungen befindet sich ca. 90 cm unter der Wasseroberfläche. In Abhängigkeit vom Wasserstand im Teich beträgt die Förderhöhe des HP-Förderers ca. 5 – 15 cm.

Die HP-Förderer werden mit einem Seitenkanalverdichter betrieben. Der Verdichter hat eine Leistung von 2,2 kW und eine maximale Luftleistung von 320 m<sup>3</sup>/h. Bei einem Gegendruck von 100 mbar (entspricht 1 m Wassersäule) beträgt die Luftleistung nach Herstellerangaben 240 m<sup>3</sup>/h. Vom Verdichter erfolgt die Luftzufuhr zu den HP-Förderern über einen Verteiler. Mit Kugelhähnen kann die Luftmenge und damit die zu fördernde Wassermenge dosiert werden. Die projektierte maximale Förderleistung liegt bei ca. 85 m<sup>3</sup>/h pro Rinne, was einem etwa 10-fachen Wasserwechsel je Stunde entspricht.

Die zwei Rinnen stehen ca. 4 m vom Ufer entfernt und sind über einen Gittersteg zu erreichen. Zum Schutz vor Diebstahl, Fressfeinden und um ein Entweichen der Fische zu verhindern, sind die Rinnen mit verschließbaren Drahtgittern abgedeckt. Die Fütterung der Fische erfolgt zuerst mit einem Bandfutterautomaten, später mit zwei elektronisch gesteuerten Futterautomaten. Die elektronisch gesteuerten Automaten sind technisch in der Lage sind, die Tageslänge zu messen. Sie können für täglich maximal je sechs Fütterungen mit jeweils maximal vier Fütterintervallen programmiert werden.

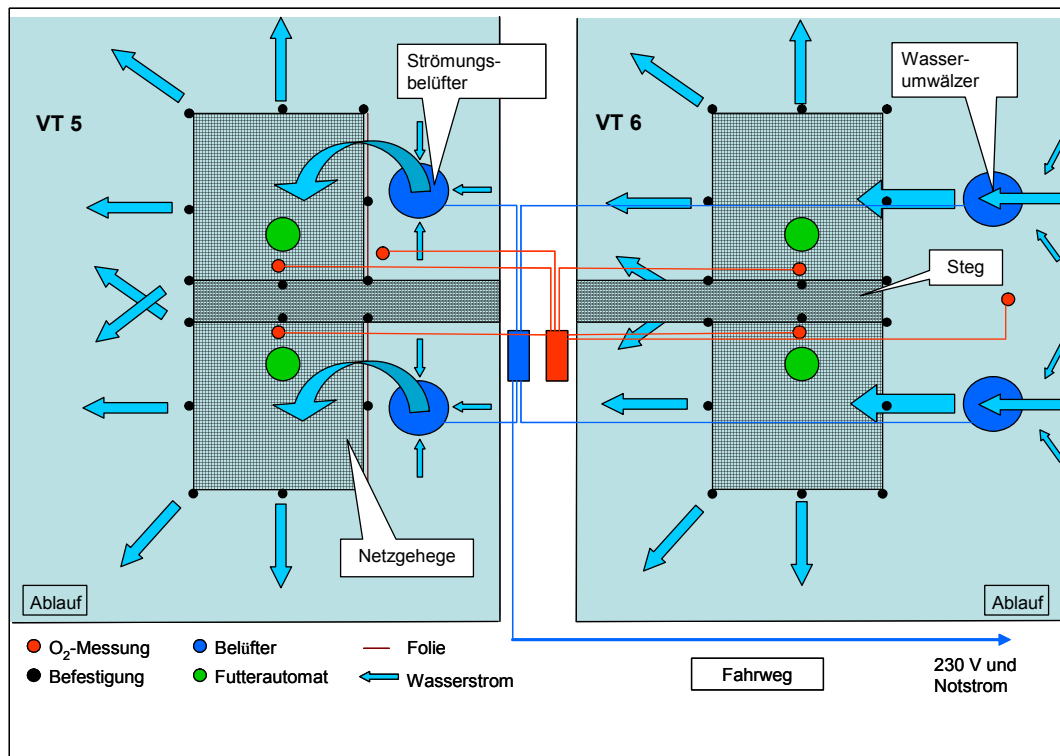
Für die Sicherstellung der Stromversorgung des Gebläses im Havariefall steht ein ausreichend dimensioniertes Notstromaggregat zur Verfügung, welches bei Stromausfall selbsttätig anläuft.

Der Sauerstoffgehalt des Wassers wurde kontinuierlich mit drei verschiedenen Sonden gemessen werden. Die Sauerstoffmessung erfolgte im Teich und an den Rinnenabläufen. Gleichzeitig wurde die Wassertemperatur und ab 2006 zusätzlich der pH-Wert im Teich aufgezeichnet. Alle Daten wurden von einem Messcomputer „Aquastar“ der Firma IKS in 10-minütigen Intervallen gespeichert und monatlich mit einem Notebook ausgelesen.

### **3.2 Netzgehegeanlage**

Nach umfangreichen Planungen wurden im Frühjahr 2006 zusätzlich zur vorhandenen Rinnenanlage zwei weitere „In-Teich-Kreislaufanlagen“ errichtet. Dazu wurden in zwei Versuchsteichen je zwei Netzgehege der Firma Huesker Synthetic GmbH installiert. Diese Netzgehege bestehen aus HaTe<sup>®</sup>-Gewebe mit einer Maschenweite von 4 x 4 mm. Die Größe der Gehege beträgt 4 m x 4 m x 1,5 m, damit ergibt sich bei einem Wasserstand im Teich von einem Meter ein Nutzvolumen von 16 m<sup>3</sup>. Die nötige Frischwasserzufuhr bei gleichzeitiger Sauerstoffanreicherung erfolgte in einer Anlage mit zwei Strömungsbelüftern („Aqua-Jet“), die Wasser ansaugen und ca. 1 m auswerfen. In der anderen Anlage kamen dafür zwei Wasserumwälzer („Turbo-Jet“) zum Einsatz. Diese saugen Wasser und Luft an und stoßen das Wasser-Luft-Gemisch unter der Wasseroberfläche aus. Der Sauerstoffeintrag der Strömungsbelüfter liegt bei 770 g O<sub>2</sub>/h und der Wasserdurchsatz bei 140 m<sup>3</sup>/h. Für die Wasserumwälzer werden vom Hersteller Werte von 550 g O<sub>2</sub>/h bei einem Durchsatz von 160 m<sup>3</sup>/h angegeben.

Die Netzgehege wurden an jeweils sechs senkrechten Rohren befestigt, die im Teichboden verankert sind. Zwischen beiden Gehegen verläuft ein begehbare Steg. Zum Schutz vor Fressfeinden erfolgte die Abdeckung der einzelnen Gehege mit Vogelschutznetzen. Über einen Verteilerkasten, der auf dem Damm zwischen den beiden Versuchsteichen errichtet wurde, sind die Belüfter an das Stromnetz angeschlossen. Im Schaltschrank ist auch das kontinuierlich arbeitende Sauerstoffmessgerät SC 1000 der Firma Hach Lange GmbH untergebracht. Siehe auch Abbildung 4.



**Abbildung 4: Funktionsprinzip der 2006 in der Versuchsteichanlage Königswartha der LfL errichteten Netzgehegeanlage**

Für jedes Netzgehege steht wie in der Rinnenanlage ein Bandfutterautomat zur Verfügung, der bei größeren Fischen ebenfalls durch einen elektronisch gesteuerten Futterautomaten ersetzt wird.

Um ein sofortiges Wiederansaugen des Wassers durch die Strömungsbelüfter und damit einen kurzgeschlossenen Wasserkreislauf zu vermeiden, mussten an den betroffenen Seiten der Netzgehege in VT 5 Folien angebracht werden.

Zusätzliche Folien an den Seitenwänden in Nähe der Futterautomaten waren erforderlich, um das Ausschwemmen von Futter zu vermeiden. Bilder vom Aufbau der Anlagen zeigen die Abbildungen A-1 bis A-6 in der Anlage 1.

### **3.3 Aufnahme und Berechnung relevanter Parameter und statistische Auswertung**

#### **3.3.1 Daten zum Fischwachstum**

Die Wägung der Versuchsfische erfolgte wöchentlich ab Besatz der Rinnen bzw. Netzgehege bis zur Herbstabfischung. Dazu wurden mit einem Kescher wahllos jeweils 30 Karpfen heraus gefangen und gewogen. Die Entnahme der Tiere erfolgte jeweils ca. 30 Minuten nach der letzten Fütterung.

Außerdem wurde die Gesamtabfischmasse bestimmt und durch Zählproben und Wiegung von mehreren hundert Tieren eine möglichst exakte mittlere Stückmasse ermittelt. Nach der Abfischung im Frühjahr wurden ebenfalls 50 Karpfen einzeln gewogen und gemessen und durch Zählproben und Wiegung die Durchschnittsstückmasse sowie die Anzahl aller Fische berechnet.

Zu Versuchsende wurden alle Fische aus den Teichen und den Rinnen gezählt und gewogen und so die Durchschnittsstückmasse berechnet. Zusätzlich erfolgte eine Einzelwägung und -messung von 100 Karpfen.

#### **3.3.2 Umwelt- und Haltungsparemeter**

Relevante Daten der Wasserqualität innerhalb und außerhalb der In-Teich-Anlagen wurden in allen Versuchsjahren mehrmals täglich (Wassertemperatur [°C]), täglich (Sauerstoffgehalt [mg/l]), wöchentlich (pH-Wert) oder im Abstand von zwei Wochen (Orthophosphatgehalt [mg/l], Nitratgehalt [mg/l], Nitritgehalt [mg/l], Ammoniumgehalt [mg/l], Gesamtstickstoffgehalt (anorganisch) [mg/l]) gemessen und protokolliert. Die Analytik der wasserchemischen Parameter erfolgte im Vor-Ort-Labor des Referats Fischerei der LfL in Königswartha. Die Analytik erfolgte mit den Methoden nach den DIN-Vorschriften der Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung.

Die Messung der Wassertemperatur erfolgte im Versuchsteich 7 mit einem kontinuierlich messenden Messgerät, Sauerstoffgehalt und pH-Wert wurden für jeden Teich mit einem tragbaren Messgerät bestimmt und für die anderen Parameter wurden aus jedem Teich Wasserproben im Labor untersucht und der entsprechende Gehalt an Inhaltsstoffen photometrisch ermittelt. Für die Gehegeanlage der Teiche 5 und 6 kam der Controller SC 1000 der Firma Hach Lange GmbH zur Erfassung der optischen Sauerstoffmessung mittels LDO-Sensoren zum Einsatz.



### 3.3.3 Fütterungsdaten

Die Futtermengen wurden an Hand des Wachstums und der Stückverluste der Versuchsfische und der Wassertemperatur nach Bedarf kalkuliert. Die tatsächlich verabreichten Mengen wurden täglich protokolliert.

### 3.3.4 Statistische Auswertungen

Die statistische Auswertung aller Daten erfolgte mit SPSS® 11.5.1 bzw. SPSS 14.0.2 für Windows® der Fa. SPSS Inc. Ziel der statistischen Auswertungen war es, signifikante Unterschiede zwischen den Massen der Fische der unterschiedlichen Haltungsbedingungen oder den relativen Stückmassen zu erfassen. Außerdem wurde der Einfluss verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren auf das Wachstum der Fische untersucht. Die Signifikanzgrenze wurde bei allen statistischen Auswertungen mit 5 % als signifikant und 1 % als hochsignifikant festgesetzt. Alle Daten waren intervallskaliert.

Es erfolgten der Test auf Normalverteilung (je nach Stichprobenumfang Kolmogorov-Smirnov-Test oder Shapiro-Wilks-Test) und der Test auf homogene Varianzen (Levene-Test) der Stichproben. Normalverteilung und homogene Varianzen der Stichproben sind Voraussetzungen für parametrische Tests (KÖHLER et al. 1996). Wurde eine Normalverteilung und homogene Varianzen festgestellt, konnten die Mittelwerte zweier verbundener oder unabhängiger Stichproben (t-Test für verbundene Stichproben und t-Test für unabhängige Stichproben) auf signifikante Unterschiede getestet werden. Konnte keine Normalverteilung festgestellt werden, so wurde bei einem Umfang von zwei unabhängigen Stichproben der parameterfreie U-Test (Mann-Whitney) angewandt, um einen möglichen signifikanten Unterschied der Mediane der Gewichte dieser Stichproben festzustellen. Handelte es sich um mehrere unabhängige Stichproben, dann wurde mit dem parameterfreien H-Test (Kruskal-Wallis) getestet, ob die Stichproben aus unterschiedlichen Grundgesamtheiten entstammten. Zur Absicherung von Korrelationen wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Pearson für parametrische bzw. nach Spearman für nichtparametrische Daten ermittelt.

Die Berechnung der täglichen Wachstumsrate (p) der Durchschnittsmassen der Fische in Prozent erfolgte nach folgender Formel:

$$p = ((\ln B - \ln A) \cdot t^{-1}) \cdot 100.$$

Bewertet wurden dabei die Durchschnittsstückmasse der Fische am Tag der Messung (B) in Gramm, die Durchschnittsstückmasse der letzten Messung (A) in Gramm und die dazwischen liegende Zeit (t) in Tagen. Der Futterquotient (FQ) wurde aus dem Quotienten zwischen eingesetztem Futter (F) und Zuwachs der Fische (Z) errechnet.

$$FQ = F/Z$$

Für die Berechnung der Korpulenz (k) wurde die Formel

$$K = (100 \cdot \text{Masse [g]}) / \text{Länge [cm]}^3$$

eingesetzt.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Excel® (Microsoft Office®) für Windows®. Box&Whisker-Diagramme wurden mit einem zusätzlichen Add-In für Excel erstellt. Neben den Medianen der einzelnen Messparameter sind in ihnen die 25. und 75. Perzentile und Minimum und Maximum einer Messgruppe dargestellt.

#### **4 Das Versuchsjahr 2005**

Ziel der Versuche im Jahr 2005 war es, die bei der Aufzucht vom Hybridstreifenbarschen (HSB) in einer In-Teich-Kreislaufanlage (ITK) gemachten guten Erfahrungen auf die Erzeugung einheitlicher Partien kormoransicherer konditionsstarker einsömmriger Karpfen zu übertragen. Mit der für die HSB-Aufzucht bewährten Technologie sollte prinzipiell auch die Aufzucht von K<sub>1</sub> möglich sein. Für die Versuche im Jahr 2005 wurde die von GOTTSCHALK et al. (2005) bereits beschriebene Anlage praktisch ohne Modifikationen genutzt.

##### **4.1 Versuchsaufbau und -durchführung**

###### **4.1.1 Versuche in der In-Teich-Kreislaufanlage**

Rinne 1 (Ri li) wurde am 05.07.2005 mit 14 000 vorgestreckten Karpfen (1 650 Stück/ m<sup>3</sup>) mit einer Durchschnittsstückmasse von 8,9 Gramm besetzt. Am gleichen Tag wurde Rinne 2 (Ri re) mit 7 200 Kv (850 Stück/m<sup>3</sup>) mit einer Durchschnittsstückmasse von 11,3 Gramm besetzt. Nähere Angaben zeigt Tabelle 1. Zusätzlich erfolgte der Besatz des Teiches mit einsömmrigen Graskarpfen, um ein übermäßiges Wachstum von Makrophyten zu unterbinden und um auf das Zooplankton im Teich einen gewissen Fraßdruck auszuüben.

Jeweils einen Tag nach Besatz fand die erste Fütterung der Fische statt. Für die juvenilen Karpfen kam in den ersten zwei Wochen jeweils ein Bandfutterautomat pro Rinne zum Einsatz, der 12 Stunden kontinuierlich Futter abgibt. Die Befüllung erfolgte gegen 7:30 Uhr, gefüttert wurde demnach bis 19:30 Uhr. Die Fische erhielten zu dieser Zeit Forellenbrutfutter (Coppens Troco Start Premium Ex, 54 % Protein, 14,5 % Fett). Ab dem 19.07.2005 bekamen Karpfen in beiden Rinnen Forellenfutter (Scretting Bio 40, 41 % Protein, 12 % Fett, 2 mm), bis zur Abfischung am 24.10.2005 wurde Forellenfutter (Scretting Bio 40, 41 % Protein, 12 % Fett) in 3 mm-Fraktion verabreicht.

Die zu verabreichenden täglichen Futtermengen wurden nach Literaturangaben modifiziert und an die Größe und Aktivität der Fische und die Wassertemperaturen angepasst. Durch Probefänge erfolgte wöchentlich die Neubestimmung der täglichen Futterrationen. Gefüttert wurde je Rinne mit einem elektronisch gesteuerten Fütterungsautomaten 6-mal täglich von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang. Die Fische im die In-Teich-Kreislaufanlage umgebenden Teich wurden nicht gefüttert.

Die Anlage wurde während der Produktionsdauer täglich überwacht. Dazu zählten die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Gebläses und der HP-Förderer und die notwendigen Korrekturen der Luftzu-

fuhr. Der Wasserstand im Teich wurde ebenfalls kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Die wichtigsten produktionsbiologischen Einflussgrößen Sauerstoffgehalt und Temperatur des Wassers wurden kontinuierlich aufgezeichnet; andere wasser-chemische Parameter wurden in 14-tägigen Abständen gemessen. Tote Fische wurden täglich entnommen und die Verluste protokolliert. Die Reinigung der Rinnen erfolgte im Abstand von zwei Tagen.

Beobachtungen zum Verhalten der Fische in der Anlage wurden protokolliert. Gemeinsam mit Probewegungen erfolgte die wöchentliche Kontrolle des Gesundheitszustandes der Fische.

Die Abfischung der einsömmrigen Karpfen in den Rinnen erfolgte am 24.10.2005. Dabei wurden die Fische in den Rinnen mit einem Gitter zusammengedrängt und heraus gekeschert. Aus dem Teich wurden sie in einem Netz hinter dem Ständer aufgefangen. Unmittelbar nach der Abfischung wurden die Fische gewogen und vermessen und gelangten zur Überwinterung in einen Versuchsteich (Größe 0,25 ha, Tiefe 1 m).

#### **4.1.2 Teichversuche**

Als Vergleichsvariante zu den Aufzuchtversuchen in der In-Teich-Kreislaufanlage wurden zwei Versuchsteiche (VT 27 und VT 28) mit der herkömmlichen Methode zur K<sub>1</sub>-Produktion in Teichen mit Getreidezufütterung (GZF) bewirtschaftet. Die Versuchsteiche (0,25 ha und 0,143 ha) erhielten einen Besatz von je 57 000 St. K<sub>0</sub> pro Hektar.

### **4.2 Ergebnisse**

#### **4.2.1 K1-Aufzucht in ITK**

Die Produktionsperiode 2005 verlief in der von uns genutzten ITK ohne größere technische Probleme. Alle Systeme arbeiteten absolut havariefrei.

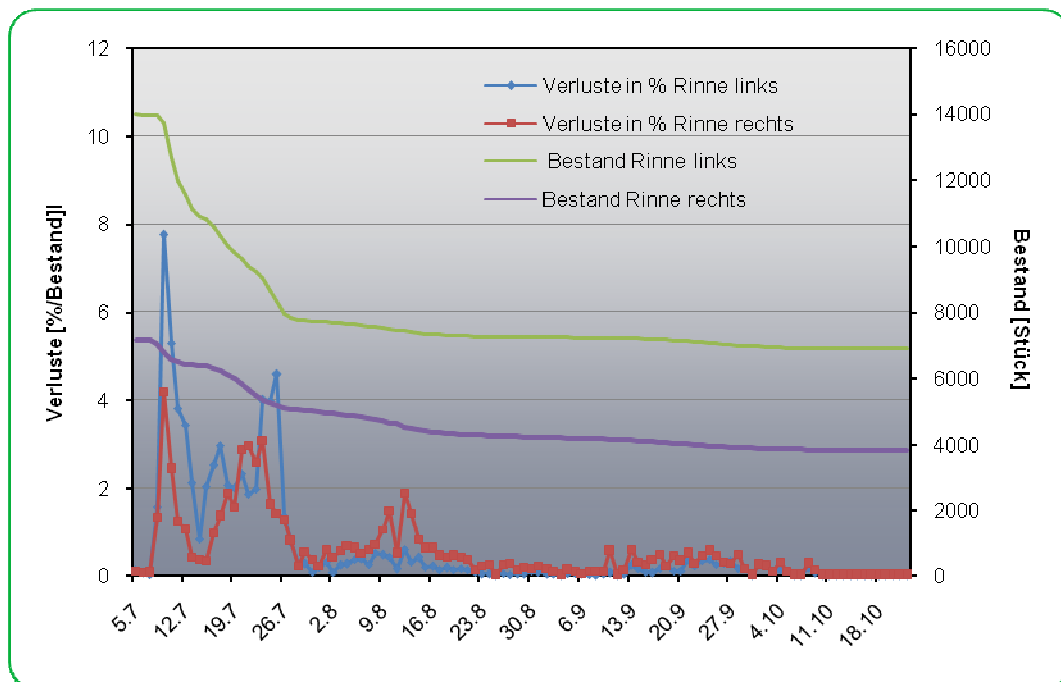
Am 24.10.05 wurden aus Rinne 1 ca. 7 000 einsömmrige Karpfen mit einer mittleren Stückmasse von 54,6 Gramm abgefischt. Das entsprach einem Ertrag von 44,4 kg pro m<sup>3</sup> nutzbarem Rinnenvolumen. Aus Rinne 2 konnten ca. 4 400 K<sub>1</sub> mit der durchschnittlichen Stückmasse von 66,8 g (34,8 kg/m<sup>3</sup>) abgefischt werden. Die genauen Kennzahlen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tabelle 2: Technologische Kennzahlen der K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuche in einer ITK (Rinnenanlage) im Versuchsjahr 2005 in Königswartha.**

	Rinne links	Rinne rechts	Anlage gesamt (je ha)
Besatz: - Datum	05.07.2005	05.07.2005	05.07.2005
- Stück	14.040	7.185	84.900
- Besatz [kg]	125	81	826
- Mittlere Stückmasse [g]	8,9	11,3	9,7
Abfischung: - Datum	24.10.2005	24.10.2005	24.10.2005
- Stück	6.919	4.432	45.404
- Besatz [kg]	378	296	2.695
- Mittlere Stückmasse [g]	54,6	66,8	59,4
Nebenfische im Teichkompartiment (K <sub>1</sub> +K <sub>2</sub> , Gr <sub>3</sub> , HSB <sub>3</sub> )			687
- Gesamt (Teich + ITK)			3.382
Stückverluste [%]	50,7	38,3	46,5
Gesamtzuwachs [kg]	252,3	214,9	1.869
Futtermittelverbrauch [kg/kg Zuwachs]	1,93	1,68	1,81
Produktionsdauer [d]	111	111	111
Wachstumsrate (%/d)	1,63	1,60	1,63

Die Verluste von insgesamt 50,7 % (Rinne 1) bzw. 38,3 % (Rinne 2) traten vor allem in den ersten Wochen nach Besatz auf (Abbildung 5). Dabei handelte es sich ausnahmslos um letal verlaufende Kiemenerkrankungen ungeklärter Ursache (Abbildung 6/7). Durch die Krankheit und die damit einhergehenden Verluste stagnierte das Bestandswachstum über die Zeit von fast vier Wochen. Erst mit Rückgang der Verluste kam es ab Anfang August zu einem spürbaren Anstieg der Bestandsmassen in den Rinnen. Ende September ließ dieses Wachstum durch zurückgehende Temperaturen deutlich nach und der Zuwachs kam zum Erliegen.

Der Hektarertrag an K<sub>1</sub> in kormoransicherer Aufzucht belief sich auf rund 2 700 kg. Zusammen mit den Fischen im Teichkompartiment, die keine Fütterung erhielten, ergibt sich ein Hektarertrag von knapp 3 400 kg. Damit wurde mit der In-Teichanlage eine Intensitätsstufe erreicht, die bei der reinen Teichproduktion nur mit technischer Belüftung möglich gewesen wäre.

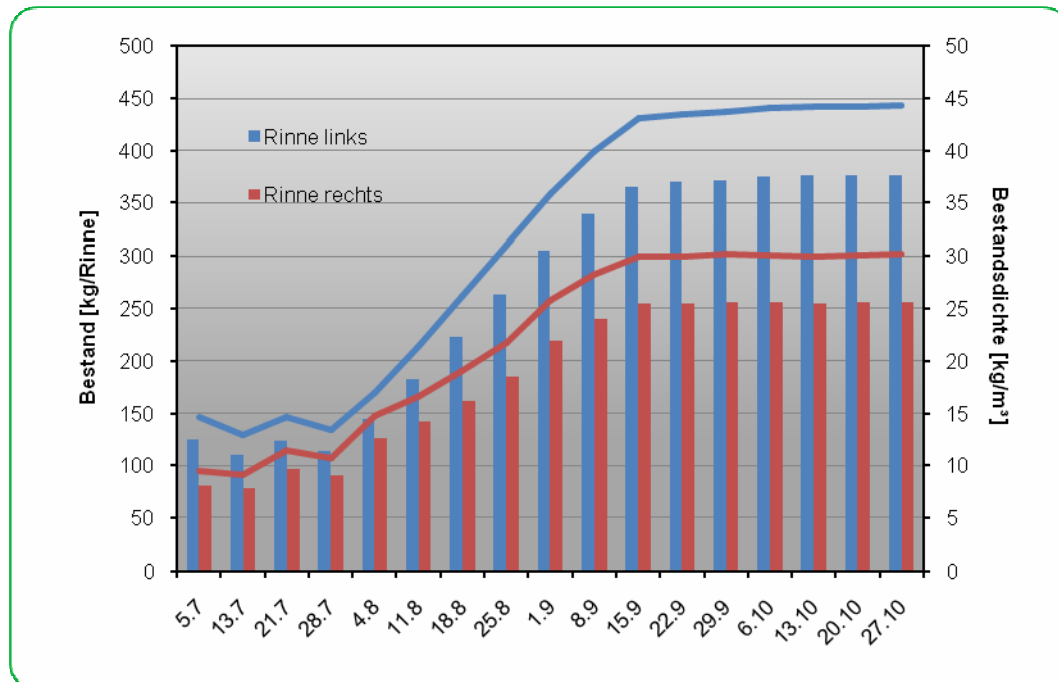


**Abbildung 5: Verlustgeschehen im „In-Teich-Kreislaufsystem“ - Königswartha 2005**



**Abbildung 6 + 7: Karpfen mit Nekrosen der Kiemen, welche zu einer hohen Sterblichkeit der Fische führten. Versuche Königswartha 2005.**

Abbildung 8 stellt die Entwicklung der Bestände in beiden Versuchsrinnen dar. Die Bestandsdichten von 44,4 bzw. 34,8 kg/m<sup>3</sup> nutzbaren Rinnenvolumens lagen weit hinter den Erwartungen zurück.

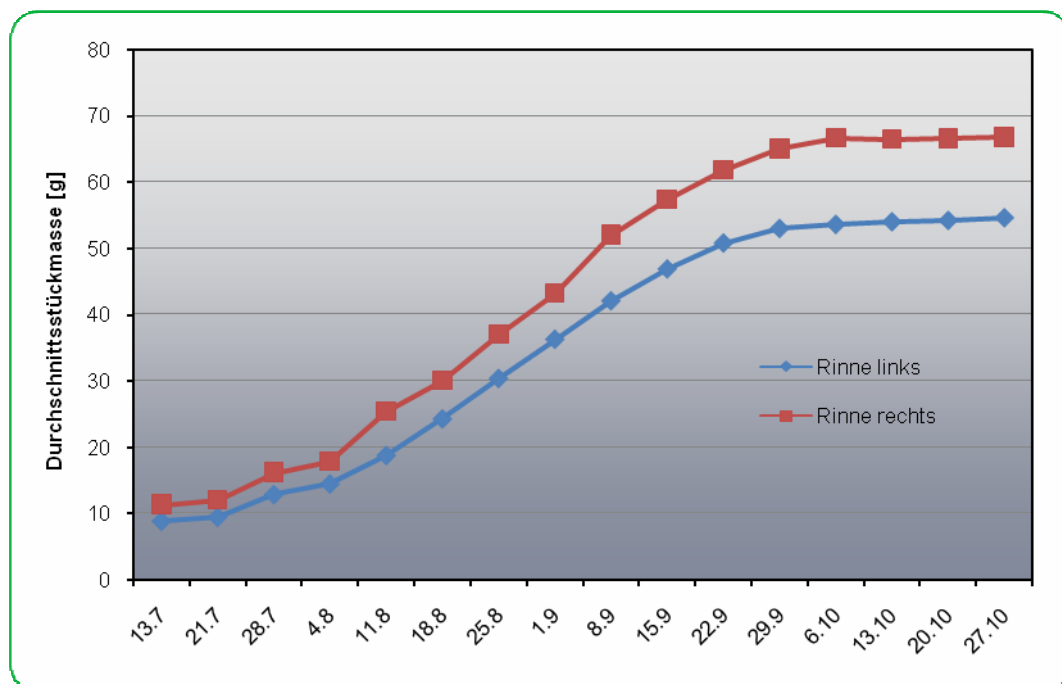


**Abbildung 8: Bestandsmasseentwicklung in den beiden Rinnen des „In-Teich-Kreislaufsystems“. Versuche Königswartha 2005.**

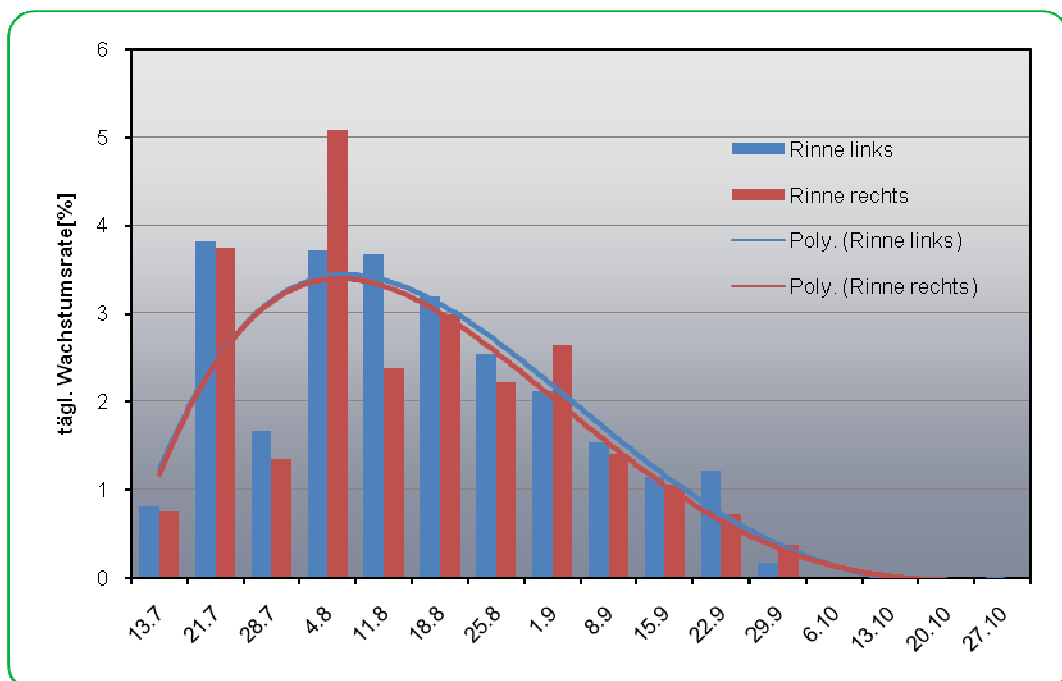
Die mittlere Stückmasse von 59 Gramm ist für einsömmrige Karpfen akzeptabel, erreicht aber nicht die Zielvorgaben und auch nicht die Werte der in den Vergleichsvarianten in Teichaufzucht mit Getreidezufütterung. Auch der Futteraufwand von 1,81 kg pro kg Zuwachs war gerade noch akzeptabel, musste aber in den Versuchen der Folgejahre weiter reduziert werden. Dies sollte am einfachsten mit einer Senkung der Verluste möglich sein, da diese mit ca. 47 % zu hoch ausfielen.

Die Entwicklung der Durchschnittsstückmassen der Karpfen in beiden Rinnen ist in Abbildung 9 aufgeführt. Abbildung 10 zeigt die täglichen Wachstumsraten in den jeweiligen Wochen nach Besatz. Am Ende des Versuches unterschieden sich die Endstückmassen der Karpfen in den Rinnen signifikant voneinander. Der Einfluss der unterschiedlichen Besatzdichten auf das Wachstum wird deutlich. Obwohl prozentual die gleichen Mengen an Futter verabreicht wurden, gelangte durch beide Rinnen etwa gleich viel Wasser und damit Zooplankton. Damit scheint der Einfluss des Zooplanktons auf das Wachstum der Fische weitaus größer als der des künstlichen Futters. Außerdem kommt es bei der dichteren Haltung auch zu bekannten Negativeffekten, die sich in reduziertem Wachstum ausdrücken.

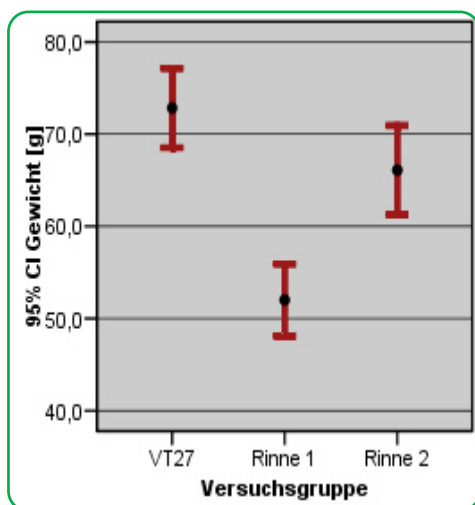
Die Stückmassen am Versuchsende unterschieden sich zwischen beiden Rinnen signifikant, wie auch im Vergleich zu den im Vergleichsteich 27 nach herkömmlichen Verfahren aufgezogenen K<sub>1</sub> (Abbildung 11/12).



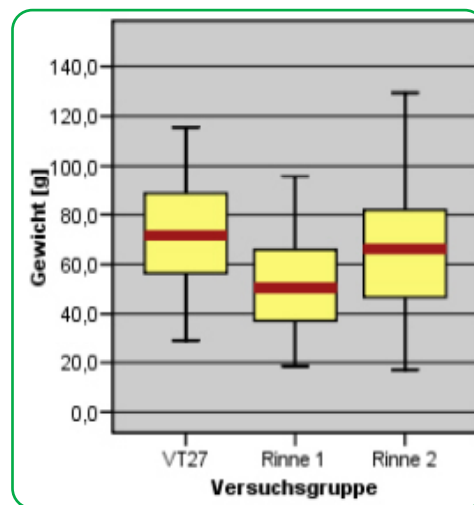
**Abbildung 9:** Entwicklung der Durchschnittsstückmassen von einsömmrigen Karpfen im „In-Teich-Kreislaufsystem“. Versuche Königswartha 2005.



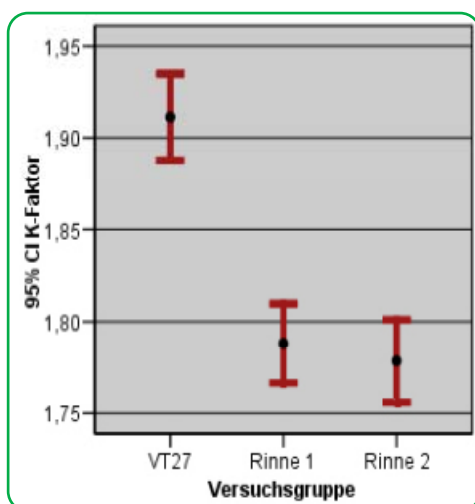
**Abbildung 10:** Tägliche Wachstumsraten von einsömmrigen Karpfen in der jeweiligen Woche nach Besatz im ITK. Versuche Königswartha 2005.



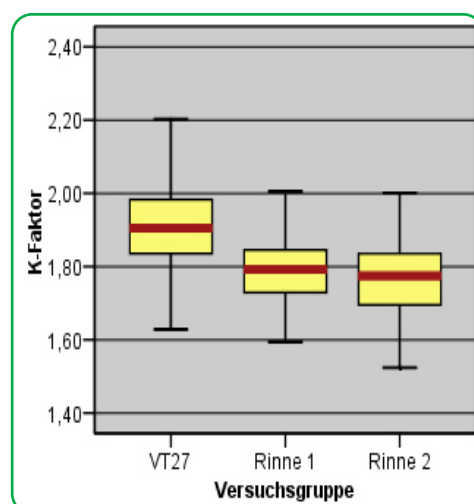
**Abbildung 11: Stüchmassen der K<sub>1</sub> Herbst 2005 (95% - Konfidenzintervalle)**



**Abbildung 12: Verteilung der Stüchmassen der K<sub>1</sub> Herbst 2005**



**Abbildung 13: Korpulenzfaktoren der K<sub>1</sub> Herbst 2005 (95% - Konfidenzintervalle)**



**Abbildung 14: Verteilung der Korpulenzfaktoren der K<sub>1</sub> Herbst 2005**

Keine signifikanten Unterschiede bestehen zwischen den Korpulenzfaktoren der Fische beider Rinnen. Die Fische aus der In-Teich-Anlage haben jedoch trotz vollwertiger Ernährung mit Mischfutter eine niedrigere Korpulenz als die Vergleichskarpfen aus VT 27 mit Getreidezufütterung (Abbildung 13/14). Die Ursache dafür ist unklar. Möglicherweise benötigen die Karpfen in den Rinnen einen Großteil ihrer Energie, um ständig gegen die Strömung zu schwimmen. Immerhin konnte beobachtet werden, dass die Fische in beiden Rinnen das ganze Jahr über dicht gedrängt unter



dem Einlauf standen und versuchten, gegen das zufließende Wasser „anzukämpfen“, eine Verhaltensweise die aus früheren Jahren schon bekannt ist und ca. vier Wochen lang nach dem Besatz von Karpfen in Rinnenanlagen zu beobachten war.

#### 4.2.2 K1-Aufzucht in Teichen

Im Herbst wurden in den beiden Vergleichsteichen pro Hektar 16 750 K<sub>1</sub> mit einer Gesamtabfischmasse von 1 231 kg abgefischt. Als mittlere Stückmasse wurden 73,5 g erreicht.

Damit muss dieses Abfischungsergebnis als sehr gut bezeichnet werden. Mit einem Futteraufwand von nur 1,68 kg Getreide pro kg Zuwachs war die Produktion auch in ökonomischer Hinsicht sehr positiv zu werten. Die Wachstumsrate erreichte mit 7,73 %/d ebenfalls exzellente Werte.

#### 4.3 Überwinterung der Versuchsfische

Die Überwinterung aller K<sub>1</sub> erfolgte separat in VT 14. Es erfolgte keine Vergleichsüberwinterung der K<sub>1</sub> aus Teichaufzucht. Weil der Winter 2005/2006 lang anhaltend und kalt war und zudem die Teiche eine größere Zeitdauer mit Eis bedeckte, waren die äußeren natürlichen Umstände eher positiv für eine Winterung. Die relativ hohe Stückmasse von 59 g war für eine Hälterung der K<sub>1</sub> ebenfalls als günstig anzusehen. Die Winterstückverluste von 17,5 % sind deshalb als ordentliches Ergebnis zu werten, welches die Qualität der Satzfisher unterstreicht.

**Tabelle 3: Überwinterung der Versuchsfische 2005-2006**

	Stück	kg	Mittlere Stückmasse [g]
Besatz Winterteich	11 351	673,8	59,4
Abfischung Frühjahr	9 360	529,8	56,6
Winterverluste	1 991	144,0	
<b>Winterverluste in %</b>	<b>17,5</b>		

### 5 Das Versuchsjahr 2006

#### 5.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Nach den ersten orientierenden Versuchen zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in In-Teich-Kreislaufanlagen im Versuchsjahr 2005 wurden im Jahr 2006 zwei weitere ITK's in einer Kosten sparenden Bauweise in Betrieb genommen. Durch die Zunahme der Versuchseinheiten konnte nunmehr der Einfluss der Faktoren *Haltungseinrichtung* und *Futtermittel* auf das Aufzuchtergebnis überprüft werden.

### 5.1.1 Rinnenanlage

Während der Wintermonate wurde die Rinnenanlage nach den Erfahrungen des Vorjahrs modifiziert. Die Flächen der Ausläufe wurden nochmals vergrößert, um das Zusetzen der Gitter und damit ein Überlaufen der Rinnen weiter auszuschließen. Für eine bessere Belüftung der Rinnen bei Sauerstoff- und/oder Wassermangel im Teich wurde ein weiterer Seitenkanalverdichter (Förderleistung 110 m<sup>3</sup>/h Luft bei 100 mbar Gegendruck) installiert und über die Verteilereinheit mit Belüftungsgittern in den Rinnen verbunden. Für den Seitenkanalverdichter zur Betreibung der HP-Förderer wurde ein zweiter Verteiler entworfen und angefertigt.

### 5.1.2 Aufbau der Gehegeanlage

In zwei Versuchsteichen wurden im Frühjahr 2006 je zwei Netzgehege aufgebaut. Die genaue Beschreibung der neu errichteten Anlage erfolgte bereits in Kapitel 3.1.2. Das Luftbild zeigt, wie gering der Platzbedarf beider Anlagen im Vergleich zum umgebenden Teich ist (Abbildung 15). Weitere Abbildungen zum Aufbau der neuen In-Teich-Kreislaufanlagen finden sich in Anhang 1.



**Abbildung 15:** Luftbild eines Ausschnittes der Versuchsteichanlage der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Im oberen Bereich ist die „alte“ Rinnenanlage, unten sind die vier Netzgehege der neu errichteten ITK zu erkennen.

### 5.1.3 Besatz der Anlagen

Der Besatz der vier Netzgehege in den Versuchsteichen 5 bzw. 6 und der Rinnenanlage in VT 7 erfolgte vom 27.06. bis zum 06.07.2006. Dafür wurden vorgestreckte Karpfen aus mehreren Versuchsteichen genutzt. Den Fischen aus den Vorstreckteichen wurde durch den Fischgesundheitsdienst am 26.06.2006 zumeist ein guter, in einigen Fällen aber auch nur ein mäßiger Gesundheitszustand attestiert. Die vorgestreckten Karpfen mussten relativ lange und nach Verbrauch der Naturnahrung mittels vollwertigen Mischfutters vorgestreckt werden, so dass sie aus Sicht des traditionellen Vorstreckverfahrens bereits überständig waren. Dies war aber erforderlich, um entsprechend große Besatzfische zur Verfügung zu haben, die nicht mehr durch die Maschen der Netzgehege entweichen konnten. Als Folge dessen wurde bei über der Hälfte der untersuchten Bestände ein schwacher Befall mit Ichthyophthirius auf Haut und Kiemen festgestellt.

Zusätzlich erfolgte der Besatz des Teiches mit dreisömmrigen Streifenbarschhybriden, um Wildfische zu dezimieren. Graskarpfen sollten ein übermäßiges Makrophytenwachstum unterbinden. Bei Probefängen in den Teich entwichene Karpfen stellten einen zusätzlichen Besatz dar.

### 5.1.4 Fütterung

Alle Fische erhielten in den ersten drei Wochen nach Besatz der Anlagen Karpfenaufzuchtfutter Märka 0,9-1,2 mm KA 53/17 (53% Protein/17% Fett) über 12-h-Bandfutterautomaten. Um Einflüsse verschiedener Futtermittel auf das Aufzuchtergebnis prüfen zu können, wurden in den einzelnen Versuchseinheiten anschließend verschiedene Futtermittel verabreicht, die sich hinsichtlich Zusammensetzung und Preis deutlich voneinander unterschieden (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Zusammensetzungen und Preise der in den Aufzuchtversuchen 2006 eingesetzten Futtermittel**

Futtersorte	Rohproteingehalt [%]	Rohfettgehalt [%]	Preis [€/kg]
Karpfenaufzuchtfutter Märka, Extrudat	38	12	0,59
Scretting BIO 40, Extrudat	41	12	0,91
Zekra, Pellet 3 mm	25	13	0,33
Mischung Zekra/Scretting*	30	13	0,50

\* (errechnete Werte)

Bis Versuchsende wurde in einer Rinne und zwei Netzgehegen Karpfenaufzuchtsfutter Märka KA 38/12 (38 % Protein/12 % Fett) in fischgrößenabhängigen Fraktionen von 2 bzw. 3 mm gefüttert (Tabelle 5). In Rinne rechts und einem Netzgehege (VT 5 Straße) erhielten die Karpfen Futter auf pflanzlicher Basis (Zekra 3 mm 25 % Protein/13 % Fett). Um das Fehlen essentieller Aminosäuren in diesem Futter auszugleichen, wurden 30 % der täglichen Futtermenge mit Forellenaufzuchtfutter

Scretting Bio 40 (Fraktion 2 bzw. 3 mm) mit 41 % Protein bzw. 12 % Fettgehalt ersetzt. Fische im Netzgehege VT 6 Straße erhielten nur Scretting Bio 40.

Die tägliche Futtermenge wurde entsprechend der Wassertemperatur und Aktivität der Fische etc. angepasst und nach Probewiegungen wöchentlich neu berechnet. Mit den eingesetzten elektronisch gesteuerten Futterautomaten erfolgten 6 Futtergaben pro Tag. Folgende Futtermittel wurden verwendet (Tabelle 5):

**Tabelle 5: Futterplan in den einzelnen Versuchseinheiten der In-Teich-Kreislaufanlagen. Versuche Königswartha 2006.**

VT 5		VT 6		VT 7	
Gehege Straße	Gehege Zuleiter	Gehege Straße	Gehege Zuleiter	Rinne links	Rinne rechts
70 % Zekra 30 % Scretting	Märka	Scretting	Märka	Märka	70 % Zekra 30 % Scretting

#### **5.1.5 Betreuung der Anlagen und der Fische**

Die Überwachung der Anlagen erfolgte täglich. Dazu gehörten die Kontrolle der Funktionsfähigkeit aller Belüfter, der Gebläse und der HP-Förderer und die notwendigen Korrekturen der Luftzufuhr. Der Wasserstand in den Teichen wurde kontrolliert, protokolliert und gegebenenfalls korrigiert.

Die wichtigen Einflussgrößen Sauerstoffgehalt und Temperatur des Wassers wurden mit zwei Messgeräten kontinuierlich aufgezeichnet; andere wasserchemische Parameter wurden in 14-tägigen Abständen bestimmt.

In allen drei Versuchsteichen fanden regelmäßig Zooplanktonuntersuchungen statt. Tote Fische wurden täglich entnommen und die Verluste protokolliert. Die Reinigung der Rinnen erfolgte im Abstand von zwei Tagen, die Netzgehege wurden wöchentlich gesäubert.

#### **5.1.6 Abfischung**

Am 23.10.2006 wurden die einsömmrigen Karpfen aus den Anlagen abgefischt. Die Fische in den Rinnen wurden mit einem Gitter zusammengedrängt und heraus gekeschert. In den Netzgehegen erfolgte die Abfischung nach Absenken der Teiche mit einem Einhängenetz. Unmittelbar nach der Abfischung wurden die Fische gewogen und vermessen und gelangten zur Überwinterung in einen Versuchsteich (Größe 0,25 ha, Tiefe 1 m).

## 5.2 Teichversuche

In den Teichen wurde als Nullvariante die klassische Aufzucht mit Getreidezufütterung (GZF) durchgeführt. In zwei weiteren Varianten wurden Mischfuttermittel für die K<sub>1</sub>-Aufzucht eingesetzt. Es handelte sich dabei um die gleichen Futtermittel, die in den In-Teich-Kreislaufanlagen eingesetzt wurden, nämlich um das preisgünstige Pellet auf rein pflanzlicher Basis des Kraftfutterwerkes in Zescha (Zekra) und das extrudierte Karpfenfutter der Firma Märka (s. Tabelle 4). Jede Fütterungsvariante in den Versuchsteichen wurde mit vier Wiederholungen angesetzt (pro Variante 4 Versuchsteiche mit jeweils 0,25 ha Wasserfläche). Alle Teiche erhielten, unabhängig von der Art der Fütterung bzw. der Futtersorte, einen identischen Besatz mit je 6 250 Stück K<sub>0</sub> (= 25 000 St./ha). Die Fische der Variante mit Getreidezufütterung wurden dreimal wöchentlich von Hand gefüttert. In den Mischfuttermittlervarianten erhielten die Fische ihr Futter, das täglich laut Futterplan zugemessen wurde, über Pendelfütterer.

## 5.3 Ergebnisse

### 5.3.1 K<sub>1</sub>-Aufzucht in ITK

Die sommerliche Produktionsperiode 2006 zeichnete sich durch einen nahezu beständigen Wassermangel aus. Von April bis Ende Juli gab es ein erhebliches Niederschlagsdefizit, welches sich gravierend negativ auf den Wasserstand der Versuchsteiche auswirkte (Abbildung 16, s. a. Abbildung I-10-I-12 in Anlage 1).

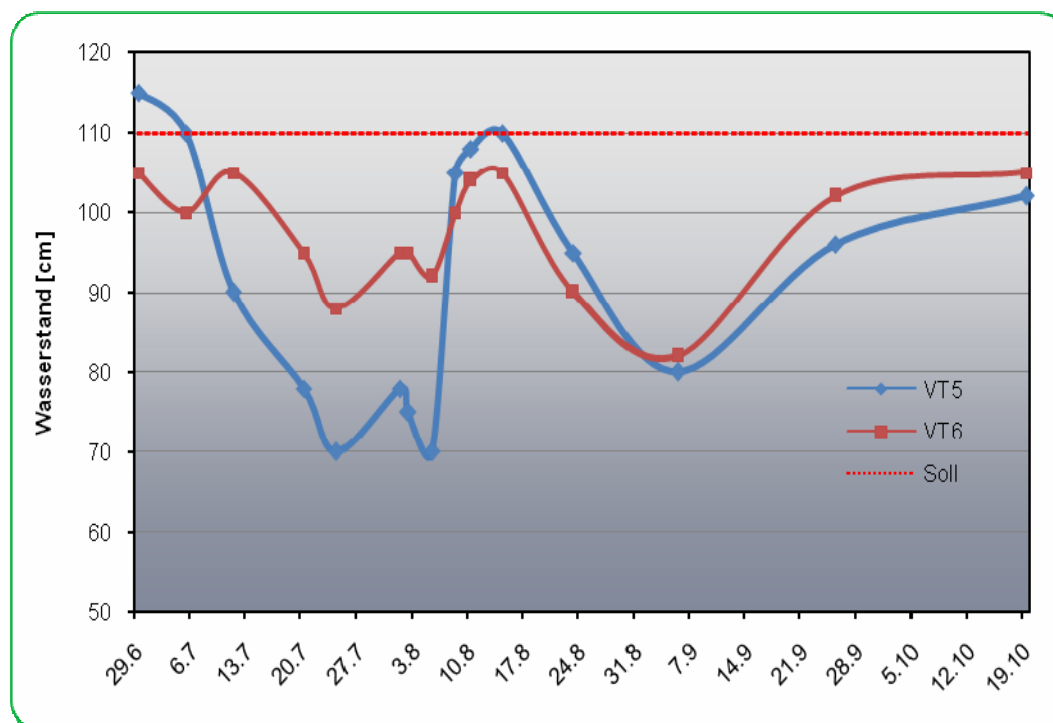


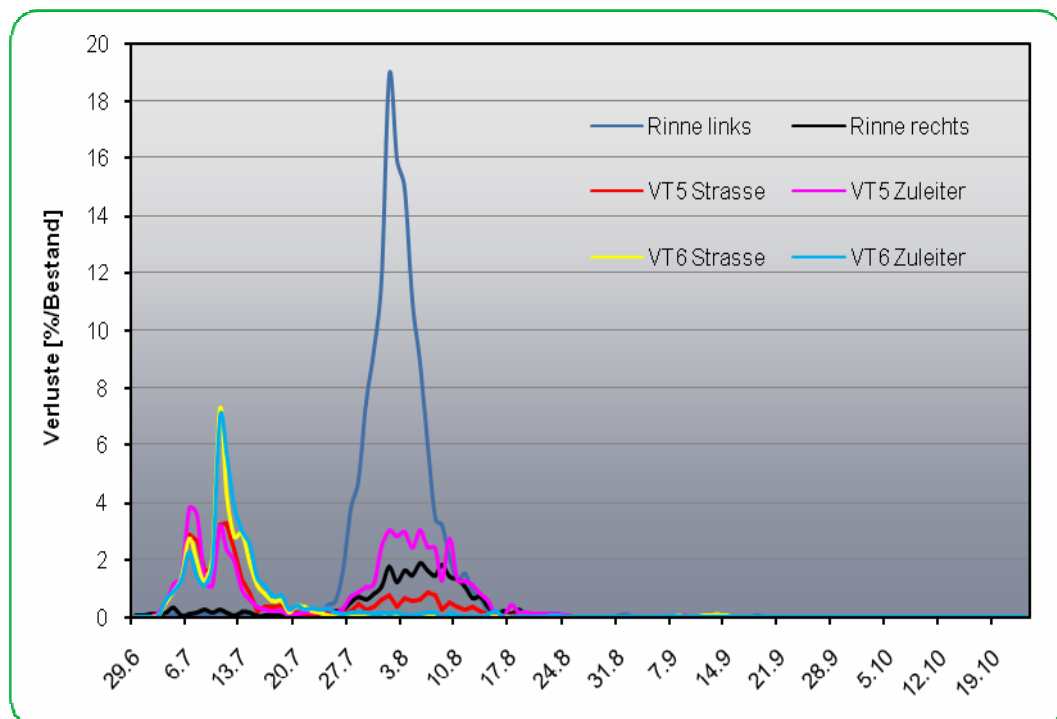
Abbildung 16: Jahresverlauf des Wasserstandes in VT 5 und 6 im Jahr 2006

Dies führte dazu, dass besonders in den In-Teichanlagen mit Gehegen die Sauerstoffversorgung äußerst problematisch war. Immerhin erfolgte die Sauerstoffanreicherung im Versuchsteich 5 mittels Aqua-Jets, die das mit Sauerstoff angereicherte Wasser über die Wand des Geheges heben sollte. Dies war in Zeiten niedriger Wasserstände nur im Ausnahmefall möglich. Im Versuchsteich 6 wurde zur Sauerstoffanreicherung und zur Strömungsgestaltung zusätzlich zur installierten Technik eine Belüftungswalze (Paddlewheel) zum Einsatz gebracht.

Nach dem Besatz der einzelnen Anlagenteile mit vorgestreckten Karpfen entwickelte sich besonders in den Gehegen ein stärkeres Verlustgeschehen mit teilweise sehr hohen Tagesverlusten, welches erst in der zweiten Julihälfte langsam zurückging. In der Rinneanlage waren die Stückverluste in der vergleichbaren Zeit eher gering.

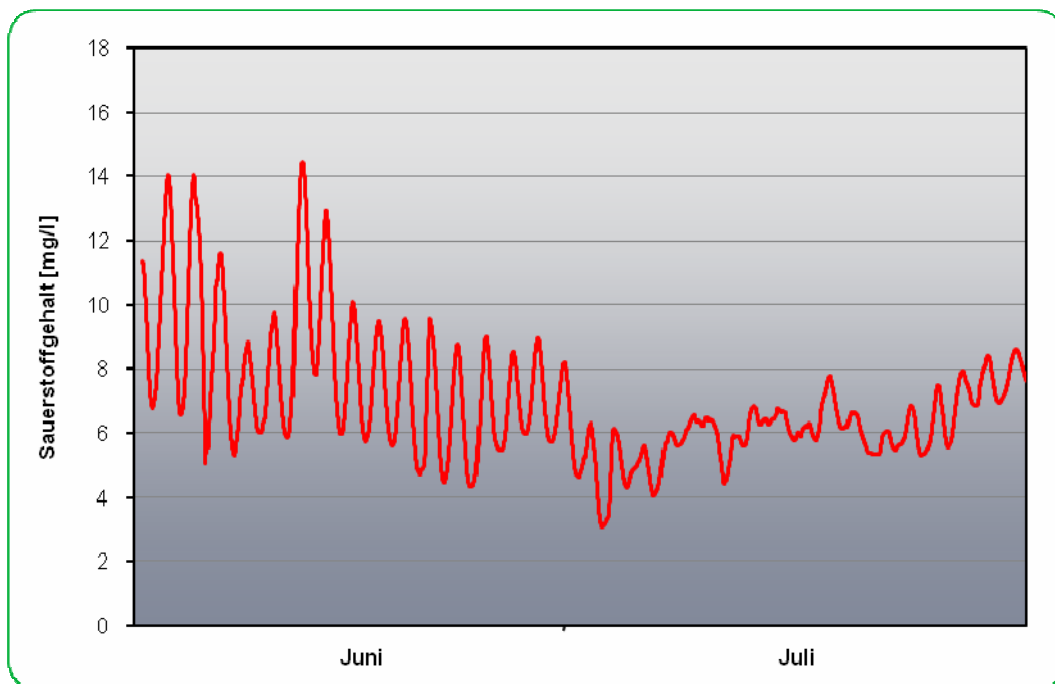
Ende Juli wurde aber auch die linke Rinne von einer dramatischen Verlustentwicklung erfasst, die im Maximum rund 1 700 Fische bzw. 19 % der Bestandsmenge erreichte. Dies waren immerhin 12 % der Besatzstückzahl an einem einzigen Tag. Die Verluste gingen erst Anfang der zweiten Augustdekade auf Werte von kleiner 0,5 % der aktuellen Bestandszahl zurück.

Auch im Versuchsteich 5 traten in einem Gehege in diesem Zeitraum erhöhte Verluste auf. Ab Mitte August war das Verlustgeschehen aber in allen Anlagen auf niedrige Werte zurückgegangen (Abbildung 17).



**Abbildung 17: Verluste in Prozent des Bestands in den Versuchen im Jahr 2006**

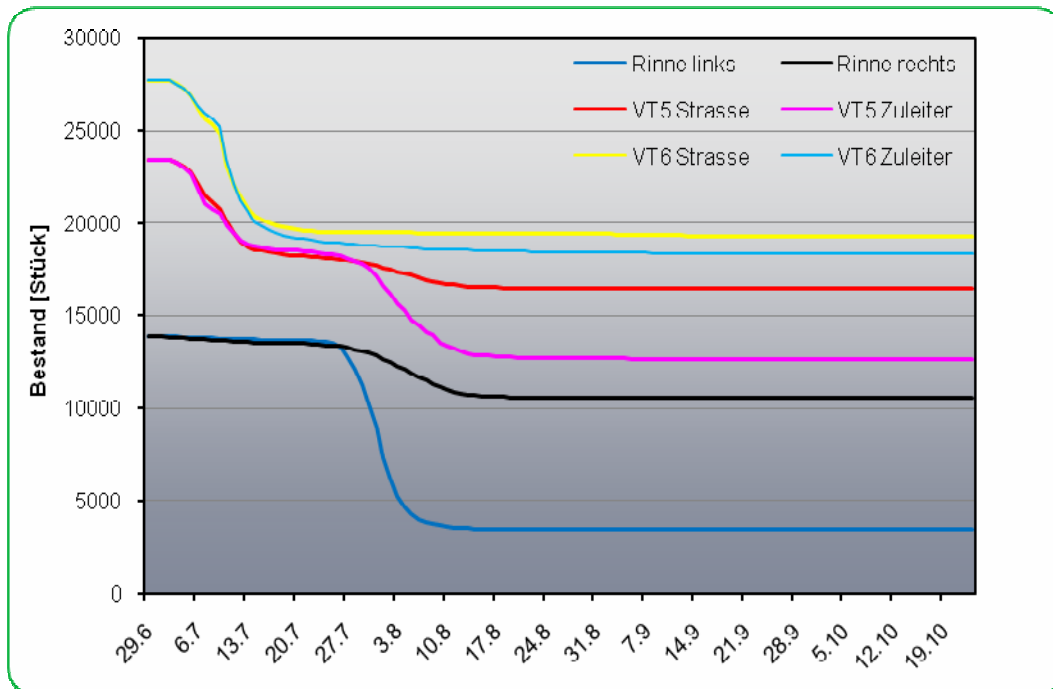
Die Überwachung der Bestände erfolgte regelmäßig durch den Fischgesundheitsdienst und eigene Untersuchungen. Charakteristisch bei allen Verlusten waren starke Kiemennekrosen begleitet von einem Befall mit Myxobakterien. Auch auf der Haut waren mehrere Hautparasiten in schwacher bis mäßiger Befallsintensität im Abstrich nachweisbar. Die befallenen Fische zeichneten sich auch optisch gegenüber gesunden Fischen durch eingefallene Augen, abweichende Körperfärbung, einen schlechten Gesamteindruck sowie einer starken Apathie aus. Weil alle Untersuchungen auf Koi-Herpesvirus-Infektion negativ ausfielen, war vermutlich ein multifaktorielles Krankheitsgeschehen mit sehr schlechten Therapiemöglichkeiten für das Verlustgeschehen verantwortlich. Welche Rolle dabei die Umweltparameter wie Sauerstoff und pH-Wert spielen, muss spekulativ bleiben, weil die gemessenen Werte nicht außergewöhnlich für Teiche waren (Abbildung 18). Durch die eingesetzte Belüftungstechnik kam es in den Haltungseinrichtungen der In-Teich-Anlagen eher zu einer Glättung der Amplituden im Tagesverlauf (Anlage 3). Die extremeren Werte wurden generell bei den Vergleichsvarianten in den herkömmlich bewirtschafteten K<sub>1</sub>-Teichen gemessen.



**Abbildung 18: Kontinuierliche Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes in VT 6 im Juni und Juli 2006 in der Versuchsteichanlage Königswartha**

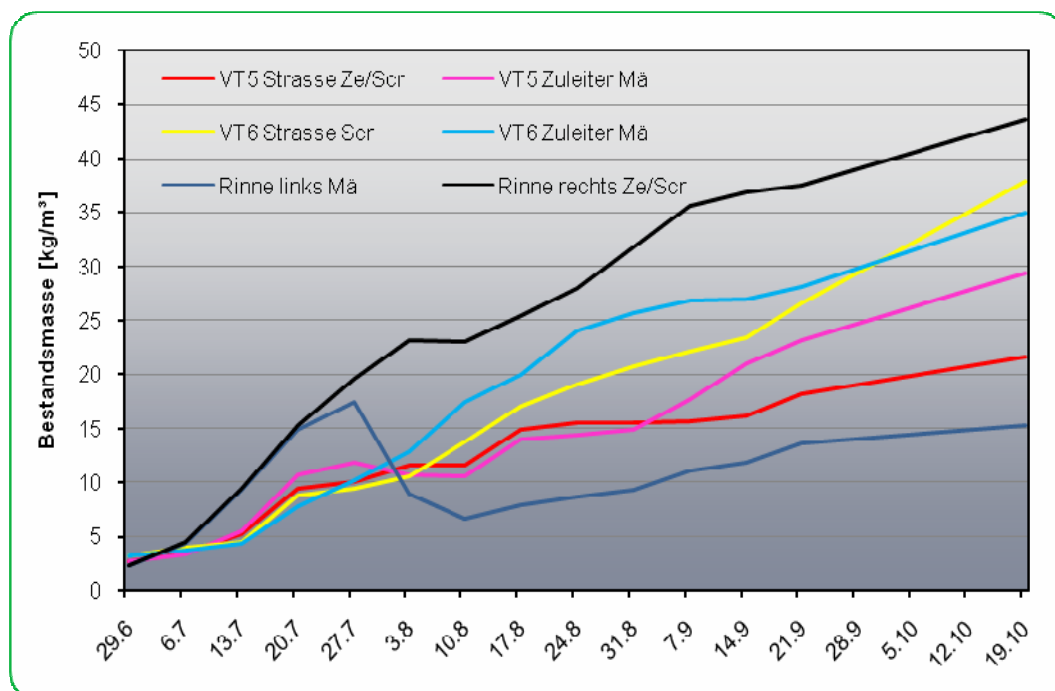
In Folge der eingetretenen Stückverluste entwickelte sich die Bestandsstückzahl in den einzelnen Haltungseinrichtungen sehr unterschiedlich (Abbildung 19).

Als Bestandsmaximum wurden zur Abfischung in Gehege Zuleiter des Versuchsteichs 6 rund  $38 \text{ kg/m}^3$  erreicht. Das Mittel aller Gehegeanlagen lag bei  $30 \text{ kg/m}^3$ , das Minimum bei  $25 \text{ kg/m}^3$ . Bei den Rinnen wurden maximal  $43 \text{ kg/m}^3$ , minimal  $18 \text{ kg/m}^3$ , im Mittel damit  $30 \text{ kg/m}^3$  und somit die gleiche Endbestandsdichte wie in den Gehegeanlagen erzielt (Abbildung 20).

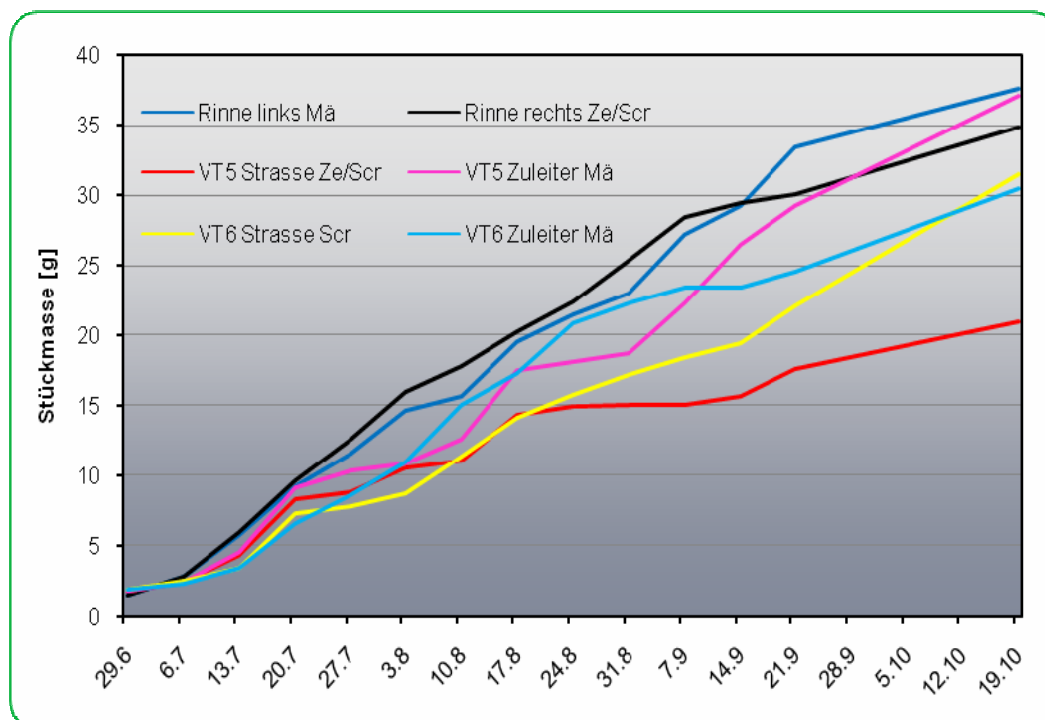


**Abbildung 19: Bestandsentwicklung während der Versuche in den „In-Teich-Kreislaufanlagen“ im Jahr 2006**

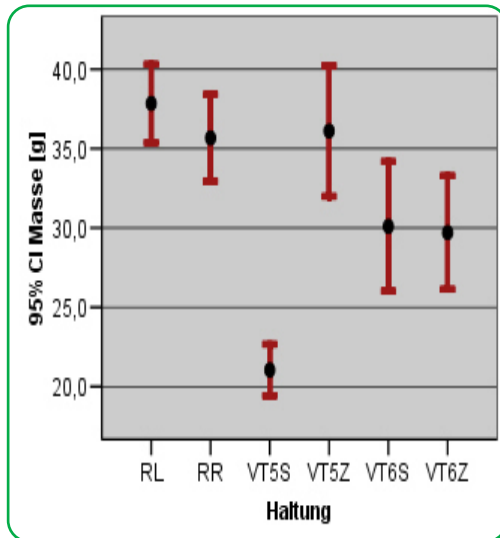




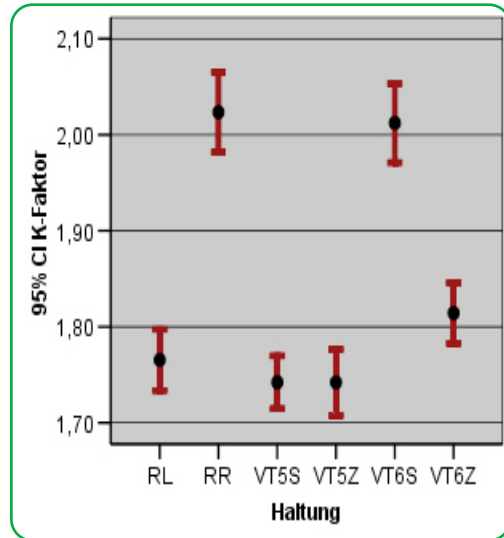
**Abbildung 20: Entwicklung der Bestandsmassen in den einzelnen Haltungseinrichtungen der ITK's. Versuche Königswartha 2006.**



**Abbildung 21: Entwicklung der Stückmassen von einsömmrigen Karpfen in den Versuchen 2006**



**Abbildung 22: Stükmassen der K<sub>1</sub> Herbst 2006 (95% - Konfidenzintervalle)**

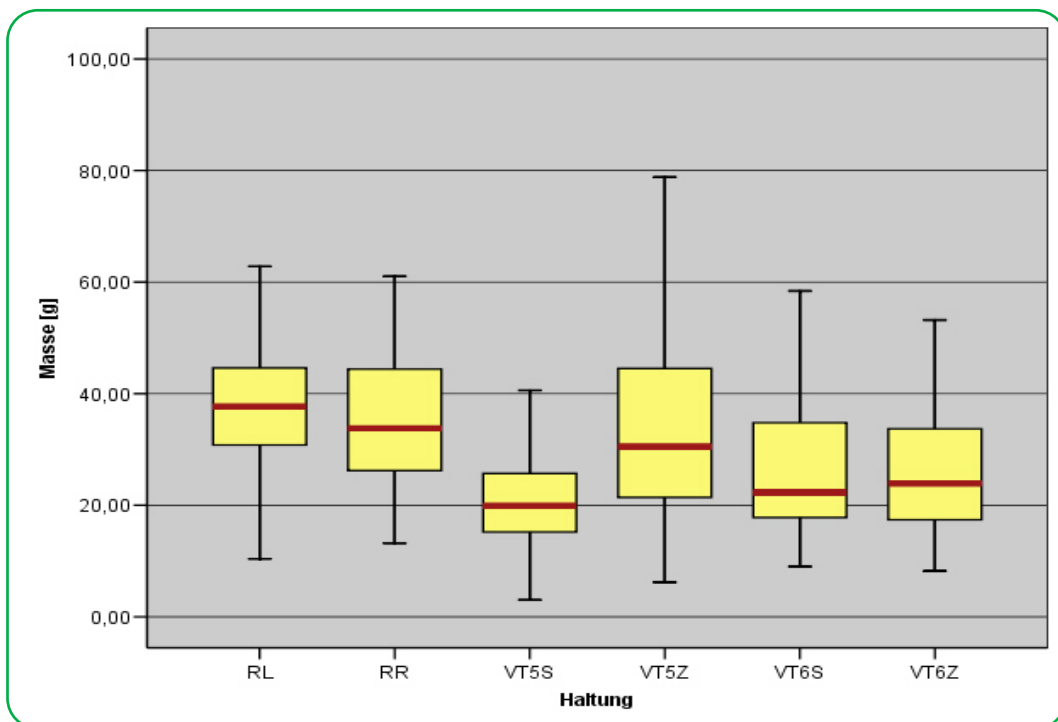


**Abbildung 23: Korpulenzfaktoren der K<sub>1</sub> Herbst 2006 (95% - Konfidenzintervalle)**

Als maximale Abfischmasse wurden für den Teich 6 einschließlich der Fische aus dem Teichkompartiment beachtliche 4 832 kg/ha abgefishet. Damit konnte immerhin ein deutlich höheres Intensitätsniveau als bei herkömmlicher Teichproduktion erzielt werden. Das Mittel aller Teiche mit In-Teichanlagen lag immerhin noch bei 3 690 kg/ha.

Die erreichten mittleren Stükmassen der einsömmrigen Karpfen lagen zwischen 20 und 40 Gramm und damit in allen Versuchsvarianten deutlich unter den Erwartungen (Abbildung 21/22). Die besten Korpulenzfaktoren erreichten die Fische der Versuchseinheiten, in denen auch das beste Abfischergebnis erreicht wurde (Ri re bzw. VT6St).

Erwartungsgemäß wuchsen die Versuchsfische im Bestand wie in allen Intensivhaltungen sehr stark auseinander (Abbildung 24). Dies dürfte ein Problem bei Fischerzeugung in In-Teich-Kreislaufanlagen bleiben. Technologisch dürfte eine Sortierung des Bestands in der Saison praktisch nicht durchführbar sein.



**Abbildung 24: Verteilung der Endstückmassen in den Versuchen zur Aufzucht von  $K_1$  in ITK. Versuche Königswartha 2006.**

Bei zusammengefasster Betrachtung der erreichten Aufzuchtergebnisse wird rasch klar, dass die geprüften Versuchsfaktoren (Haltungseinheit und Futter) keinen wiederholbaren Einfluss auf das erzielte Ergebnis hatten. In Tabelle 6 sind die wichtigsten Kennzahlen der Versuche, in Tabelle 7 die Rangreihenfolgen der wichtigsten Produktionsparameter aufgelistet.

Eines der insgesamt besten Ergebnisse (höchste erreichte Bestandsmasse, dritthöchste mittlere Stückmasse der  $K_1$  und zweitniedrigste Stückverluste) wurde in der Versuchsrinne rechts mit dem Futter Märka (38/12) erzielt. In der zweiten, völlig identisch besetzten Rinne traten hingegen mit 69 % die höchsten Stückverluste auf. An dem hier abweichend eingesetzten Futtergemisch Zekra/Scretting kann dieses schlechte Ergebnis nicht festgemacht werden, wurden doch mit dieser Fütterungsvariante im Gehege VT5St die absolut niedrigsten Stückverluste erzielt. Allerdings blieben andererseits hier die  $K_1$  auch am kleinsten. Die günstigste Futterverwertung wurde andererseits z.B. im Gehege VT5Zu mit dem Futter Märka erreicht.

**Tabelle 6: Produktionskennzahlen K<sub>1</sub>-Aufzucht in In-Teich-Kreislaufanlagen. Versuche Königswartha 2006**

Produktionseinheit	VT5St	VT5Zu	VT6St	VT6Zu	Ri li	Ri re
	Gehege	Gehege	Gehege	Gehege	Rinne	Rinne
Futtermitteldart	Zekra/ Scretting	Märka	Scretting	Märka	Märka	Zekra/ Scretting
Besatz - Datum	07.07.		07.07.		07.07.	
Stück	23.379	23.379	27.719	27.719	13.926	13.926
mittlere Stückmasse[g]	1,82	1,82	1,89	1,89	1,45	1,45
Gesamtmasse [kg]	42,5	42,5	52,5	52,5	20,5	20,5
Abfischung - Datum	23.10.		23.10.		23.10.	
Stück	18.880	13.460	15.036	21.540	4.352	10.996
mittlere Stückmasse [g]	21,0	37,1	31,5	30,5	37,6	34,9
Gesamtmasse [kg]	397	499	473	657	164	384
Endbestand [kg/m³]	24,8	31,2	29,6	41,1	19,3	45,2
Verluste [%]	19,2	42,4	45,8	22,3	68,8	21,0
Gesamtzuwachs [kg]	354	457	421	605	143,2	363,3
Stückzuwachs[g]	19,2	35,3	29,6	28,6	36,2	33,5
Futtermitteldverbrauch [kg]	728	689	801	978	288	788
FQ [kg/kg Zuwachs]	2,06	1,51	1,9	1,62	2,01	2,17
Produktionsdauer [d]	108	108	108	108	108	108
St.-Wachstum p/d [%]	2,3	2,8	2,6	2,6	3,0	2,9
Abfischung ITK [kg]	796		1.130		548	
Endbestandsmasse ITK [kg/m³]	25		35		30	
Abfischung Nebenfische Teich (K, Gr, Z, HSB) [kg]	66		79		48	
Abfischung Teich absolut [kg]	962		1.209		596	
Abfischung Teich relativ [kg/ha]	3.846		4.832		2.383	

Anhand der genannten Beispiele wird deutlich, dass die Differenzen bei den Aufzuchtergebnissen offenbar vielmehr primär verlustbedingt sind.

**Tabelle 7: Ranking der wichtigsten Produktionsparameter bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in den In-Teich-Kreislaufanlagen. Versuche Königswartha 2006.**

Aufzucht-einheit	Anlagen-typ	Futter (Protein-, Fettgehalt in %)	Endbestandsdichte (kg/m <sup>3</sup> )	Mittlere Stückmasse (g)	Stückverluste	FQ	Gesamt (Mittel Spalte 4-7)
1	2	3	4	5	6	7	
R links	Rinne	38/12	6	1	6	4	4,3
R rechts	Rinne	30/13	1	3	2	6	3,0
VT 5 Straße	Gehege	30/13	5	5	1	5	4,0
VT 5 Zuleiter	Gehege	38/12	3	2	4	1	2,5
VT 6 Straße	Gehege	41/12	4	4	5	3	4,0
VT 6 Zuleiter	Gehege	38/12	2	5	3	2	3,0

Insgesamt wurden im Versuchsjahr 2006 trotz ungünstiger äußerer Bedingungen (Wassermangel und dessen Folgen auf die In-Teich-Produktion) sehr unterschiedliche, in einigen Fällen primär noch akzeptable Ergebnisse erreicht. Die anschließende Winterung deckte jedoch die gravierenden Qualitätsmängel der in den ITK aufgezogenen einsömmrigen Karpfen auf (s. Punkt 5.5).

Die Ergebnisse zur Aufzucht von K<sub>1</sub> in ITK des Versuchsjahrs 2006 blieben somit letztlich deutlich unter den Erwartungen.

### 5.3.2 K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen

**Tabelle 8: Produktionskennzahlen der Vergleichvarianten zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen 2006 (Variantenmittel aus je vier Wiederholungen). Versuche Königswartha 2006.**

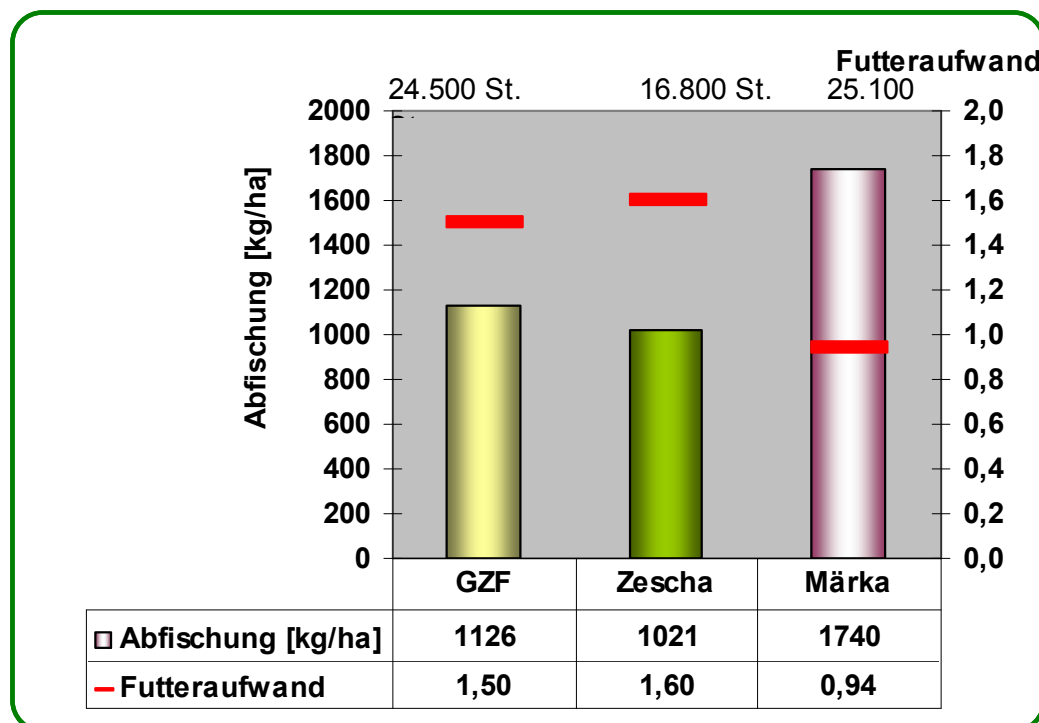
Fütterungsvariante	GZF	Zescha	Märka
Protein-/Fettgehalt des Futters	12/2	25/13	38/12
Besatz K <sub>0</sub> [St./ha]	25 000	25 000	25 000
Abfischung K <sub>1</sub> [St./ha]	24 500	16 800	25 100
Abfischung K <sub>1</sub> [kg/ha]	1 126	1 021	1 740
Stückmasse [g]	45,9	60,8	69,2
Futtermittelverbrauch [kg/kg Zuwachs]	1,50	1,60	0,94
Stückwachstum [%/d]	7,81	8,02	8,11
Überlebensrate [%]	98,0	67,2	100,0

Bei den drei Varianten zur K<sub>1</sub>-Produktion in Teichen wurden in allen Fällen sehr gute Resultate erreicht. Die Überlebensrate der Karpfenbrut war offensichtlich bedingt durch das Wetter im Frühjahr 2006 überragend gut und ist nur in der Variante mit dem Futter Zescha etwas ungünstiger. Auch bei der Futtermittelverwertung schneidet überraschenderweise das preisgünstige Futter Zescha nicht

besser ab als die reine Getreidezufütterung. Wegen der höheren Futtermittelkosten dürfte diese Variante deshalb im ökonomischen Vergleich zur GZF-Variante trotz der erreichten höherer Stückmassen nicht unbedingt besser abschneiden.

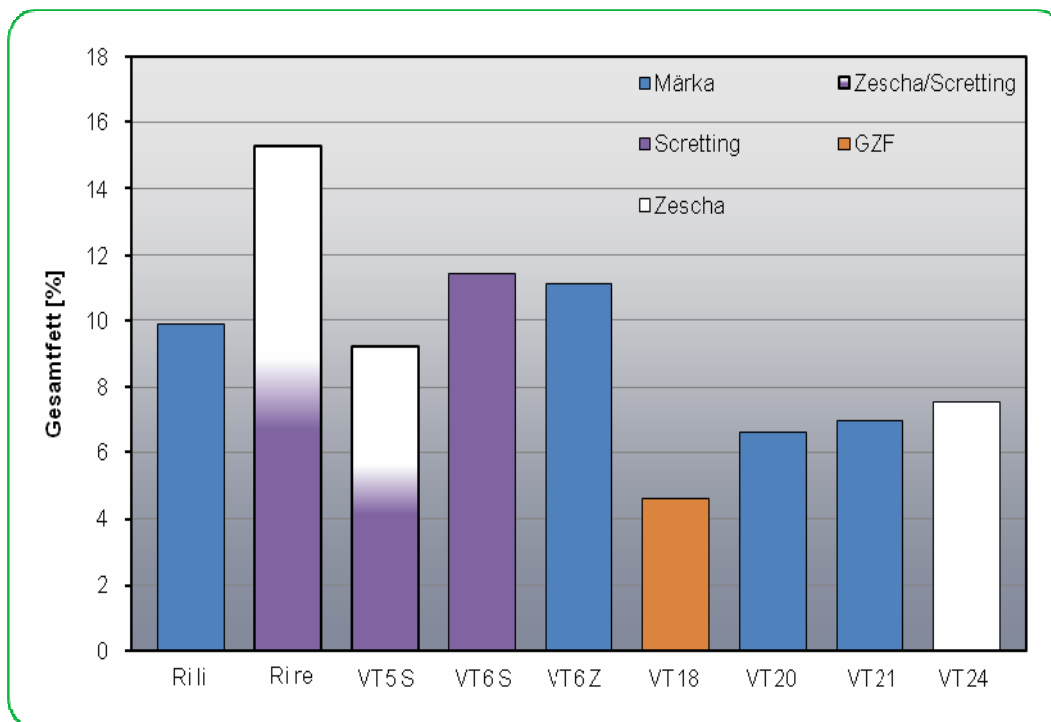
Der Hektarertrag lag sowohl bei der Aufzucht mit Getreidezusatzfütterung wie auch in den Varianten mit Mischfuttermittel in jedem Fall über 1 000 kg (Tabelle 8).

Die erreichten mittleren Stückmassen zwischen 46 und 70 Gramm unterstreichen die hohe Qualität der erzeugten Satzfisher. Der Futteraufwand pro Zuwachs war in allen Fütterungsvarianten gut. Beim Versuch der Aufzucht von K<sub>1</sub> mit vollwertigem Mischfutter (Märka) wurde mit einem FQ unter 1,0 (im Mittel der Variante!) sogar ein technologischer Spitzenwert erreicht (Abbildung 25). Generell führte die Verabreichung des vollwertigen Karpfenfutters Märka zu den besten Aufzuchtergebnissen bei allen technologischen Parametern.



**Abbildung 25: Ergebnisse der Teichaufzucht von K1. Vergleichsvarianten zur ITK-Aufzucht. Versuche Königswartha 2006.**

*In allen drei Varianten der Teichproduktion waren die Stückmassen höher und der jeweilige Futteraufwand geringer als in den In-Teich-Kreislaufanlagen. Nur im Flächenertrag konnten die Teichvarianten nicht mit den Gesamterträgen der Teiche mit ITK konkurrieren.*



**Abbildung 26: Gesamtfettgehalt einsömriger Karpfen aus den „In-Teich-Kreislaufanlagen“ und Versuchsteichen, die mit unterschiedlichen Futtermitteln gefüttert wurden.**

Am Tage der Abfischung wurden für die Analyse der Gesamtfettgehalte stichprobenartig Fische aus den Anlagen und vergleichsweise Fische aus Teichen mit Getreidezufütterung, mit Fütterung von vollwertigem Mischfutter und mit Fütterung eines pflanzlichen Mischfutters zur späteren Untersuchung entnommen. Die Gesamtfettgehalte der Fische aus den Netzgehegen und den Rinnen lagen insgesamt etwas höher als die der Teichfische. Die Differenzen sind jedoch statistisch nicht signifikant (Abbildung 26). Auffallend ist lediglich der hohe Gesamtfettgehalt der Fische der Rinne rechts, die überwiegend mit dem nicht vollwertigen pflanzlichen Futtermittel Zekra gefüttert wurden. Auch im Teich (VT 24) wiesen die Fische, welche hier ausschließlich mit dem pflanzlichen Futtermittel gefüttert wurden, den höchsten Gesamtfettgehalt auf.

Die erreichten Fettgehalte sind aber sowohl bei den in Teichen wie auch in den Anlagen erzeugten Fischen mehr als ausreichend, um eine sichere Überwinterung der Versuchsfische zu gewährleisten. Der Fettgehalt der Fische aus der Rinne rechts könnte allerdings schon fast pathologisch hoch sein.

#### 5.4 Überwinterung der Versuchsfische

Alle Fische, die aus den Haltungseinheiten der In-Teich-Kreislaufanlage kamen, wurden in einem Teich (Nr. 14) gemeinsam überwintert. Der Besatz der Winterteiche mit  $K_1$  aus den vergleichenden Teichversuchen im Herbst erfolgte nicht nach den verschiedenen Fütterungsvarianten, sondern in zwei Fraktionen nach den Stückmassen der einzuwinternden Fische (Tabelle 9). Die Fraktion der kleinen  $K_1$  aus Teichaufzucht ist deshalb prinzipiell vergleichbar mit den Fischen aus den In-Teichanlagen. Trotzdem wiesen diese Fische mit rund 82 % Winterverlusten erheblich mehr Verluste auf als die Fische aus Teichaufzucht mit 34 %. Nach einer entsprechenden Untersuchung des Fischgesundheitsdienstes vom 19.03.2007 wurde den Fischen nur ein mäßiger, teils schlechter Gesundheitszustand bescheinigt. Vor allem der Befall mit verschiedenen Parasiten, der bei Ichthyophthirius eine hohe Intensität erreichte, schmälerte die Qualität und den Wert der Satzfisher entscheidend. Bei der anschließenden Teichaufzucht im Sommerhalbjahr 2007 erlitten diese Fische aus In-Teichaufzucht mit 98,8 % Stückverlusten nahezu einen Totalausfall.

**Tabelle 9: Kennzahlen der  $K_1$ -Überwinterung 2006/2007**

Winter-teich	Herkunft $K_1$	Einwinterung			Frühjahrsabfischung			Verluste		
		Stück	kg	x in g	Stück	kg	x in g	Stück	kg	%
14	ITK	89 276	2 574	29	16 237	410	25,3	73 039	2 164	81,8
15	große $K_1$	54 234	3 325	61	49 312	2 566	52	4 922	759	9,1
16	kleine $K_1$	54 452	1 322	24	35 733	796	22	18 719	526	34,4

Die im Kapitel 5.3.2 erwähnten hohen Fettgehalte der Anlagen- $K_1$  müssen deshalb im Nachhinein wohl als die schon von MÜLLER (1966) beschriebene „scheinbar gute Kondition“ angesehen werden. Die bereits nicht überzeugenden Aufzuchtergebnisse der  $K_1$  aus den In-Teich-Kreislaufanlagen des Jahres 2006 fanden somit einen fatalen Abschluss.

## 6 Das Versuchsjahr 2007

### 6.1 Versuchsaufbau- und -durchführung

Die Versuche des Versuchsjahres 2007 erfolgten in den bereits 2006 genutzten In-Teich-Kreislaufanlagen. Als Vergleich der Aufzucht in ITK dienten wieder parallele Teichaufzuchtvarianten.

Abweichend zum Versuchsdesign des Vorjahrs wurden zusätzlich zum Besatz der Anlagen zwei der ITK-Teiche (VT 5 und 7) in die Anlage umgebenden Kompartiment mit zweisömmrigen Karpfen mit dem Ziel besetzt, neben einer Fischproduktion im Teich auf die Wasserparameter einen positiven Einfluss auszuüben. So sollten die im Vorjahr massiv aufgetretenen Klarwasserstadien verbunden mit Makrophyten- bzw. Fadenalgenentwicklungen, die erhebliche Probleme in den Netzgehegen zu Folge hatten, weitestgehend unterbunden werden.



Die genannten Klarwassersituationen führten zu verstärktem Stress der Versuchsfische durch übermäßig starke Fluchtreaktionen bei jeder kleinen Störung in der Nähe der Anlagen. Außerdem sollten mit der Eintrübung der Teiche die starken Schwankungen des Sauerstoffgehalts und des pH-Werts gedämpft werden. Eine Dezimierung der Wildfische und damit ein unnötiger Fraßdruck auf das Zooplankton sollte mit dem Einsatz von Hybridstreifenbarschen (HSB) erzielt werden. Gegen das Zuwachsen der Teiche mit Makrophyten wurden außerdem in alle drei Versuchsteiche Graskarpfen gesetzt.

Im Versuchsjahr wurden also folgende Versuchsfaktoren überprüft:

- Haltungseinrichtung (Rinne geschlossen oder Netzgehege)
- Futtermittel
- Fischbesatz im die Anlagen umgebenden Teichkompartiment

Die Betreuung der Anlage und der Fische erfolgte analog der im betreffenden Abschnitt für das Jahr 2006 gemachten Angaben.

Die für den Versuchsteich 5 vorgesehenen Aqua-Jets erhielten neue Auswurfrohre, um das mit Sauerstoff angereicherte Wasser höher anzuheben und zielgerichteter austreten lassen zu können. Andere bauliche bzw. konstruktive Veränderungen wurden nicht vorgenommen (Abbildung 27).



**Abbildung 27: Umgebauter Strömungsbelüfter mit einem Förderrohr, um Höhenunterschiede besser überwinden zu können**

#### **6.1.1 Versuche in den In-Teich-Kreislaufanlagen**

Der Besatz der ITK erfolgte am 03., 04. und 11.07.2007 mit vorgestreckten Karpfen aus Teichen der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha. Die Stückmassen betrugen zum Besatzzeitpunkt im Mittel 1,9 g (1,7 bis 2,1 g). Insgesamt wurden 181 000 Stück  $K_v$  für den Besatz der verschiedenen In-Teichanlagen benötigt.

Die Abfischung der ITK erfolgte am 22.10. bei abgesenktem Wasserstand auf die bereits weiter oben beschriebene Art und Weise. Das Nachfischen weniger in den Gehegen und Rinnen verblieben Fische erfolgte am nächsten Tag bei völliger Absenkung der Versuchsteiche. Die  $K_1$  der Vergleichsvarianten in den 8 Versuchsteichen wurden am 19.10. (GZF-Variante) und am 24.10. (Mischfutter-Variante) abgefischt. Bei der Abfischung wurden zusätzlich Einzelwiegungen und -messungen von Fischen aller Produktionseinheiten vorgenommen sowie Stichproben zur Fettbestimmung genommen. Die Einwinterung der Bestände erfolgte in drei Versuchsteiche getrennt nach Varianten.

### 6.1.2 Teichversuche

In den Teichen wurden zwei Varianten mit jeweils vier Wiederholungen getestet. Variante 1 war die klassische Aufzucht von K<sub>0</sub> zu K<sub>1</sub> mit Getreidezufütterung, Variante 2 war die Aufzucht mit Mischfuttermitteln. Die Teiche wurden einheitlich mit 7 500 Stück K<sub>0</sub>/Teich besetzt (= 30 000 St./ha). Ab 22. 06. wurden die Karpfen mit Weizenschrot gefüttert. Bei der Mischfuttermittelve variante erfolgte am 13.07. die Umstellung auf Mischfutter der Fa. Emsland Aller Aqua (Märka).

### 6.1.3 Fütterung

Sowohl in den ITK als auch in den parallelen Teichversuchen wurden zwei vollwertige Mischfuttermittel der Firmen Coppens und Emsland Aller Aqua (ehemals Märka, gleiche Rezeptur wie im Vorjahr) eingesetzt. Auf den Einsatz des preiswerten, rein pflanzlichen Futtermittels Zekra wurde bei den Versuchen im Jahr 2007 verzichtet. Das Futter wurde in geeigneten Größen als Extrudat über Fütterungsautomaten verabreicht. Im Teich ergänzte eine zusätzliche Variante zur Aufzucht von K<sub>1</sub> mit Getreidezufütterung die Versuche. Sowohl die Mischfuttermittelve variante als auch die GZF-Variante wurden mit jeweils vier Wiederholungen durchgeführt.

In den Teichen kam Futter in abgestuften Körnungen der Firma Emsland Aller Aqua zum Einsatz. Die Fütterungstechnologie (Einsatz der Automaten, Fütterungszeit, Fütterungsintervalle, Festlegung der Futtermenge) entsprach der der Vorjahre.

Angaben zur Zusammensetzung der wichtigsten Nährstoffe sind in nachstehender Tabelle 10 zu finden. Bei den eingesetzten Futtermitteln handelte es sich ausschließlich um Extrudate.

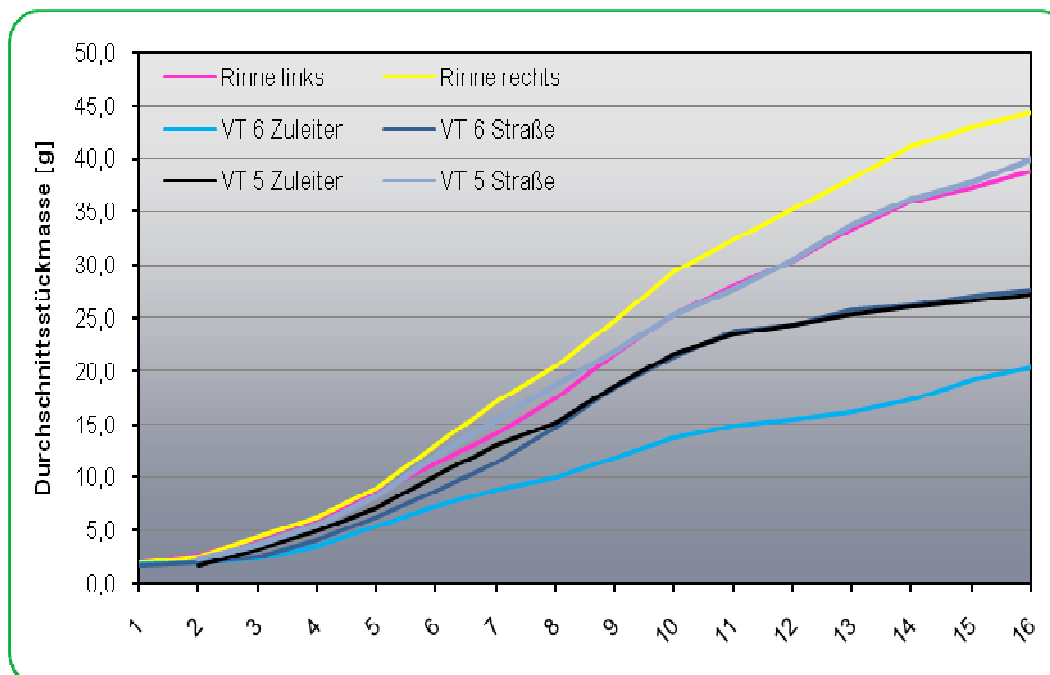
**Tabelle 10: Ausgewählte Parameter der im Jahr 2007 eingesetzten Mischfuttermittel**

Futter		Körnung [mm]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]
Coppens	Kaprico Crumble Ex	0,8 -1,2	56	15
	Kaprico Start Premium	1,5	54	15
	Kaprico Pre Grower	2,0	45	12
Emsland Aller Aqua	Karpfenbrutfutter	0,9 – 1,2	53	17
	Karpfenbrutfutter	1,4	53	17
	Karpfenaufzuchtfutter	2,0	40	24
Emsland Aller Aqua (für Teichvariante)	Karpfenaufzuchtfutter	1,6	38	12
	Karpfenaufzuchtfutter	3,0	38	12

## 6.2 Ergebnisse

### 6.2.1 K1-Aufzucht in ITK

Das Jahr 2007 brachte bei der Weiterführung der Versuche leider keine Verbesserungen bzw. Entwicklungen des Verfahrens. Es war abermals durch ein nicht beherrschbares Krankheitsgeschehen und in Folge davon einer völlig unbefriedigenden Verlustentwicklung gekennzeichnet (Tabelle 11).



**Abbildung 28: Durchschnittsstückmasse von einsömmrigen Karpfen in Wochen nach Besatz der ITK. Versuche Königswartha 2007.**

Das Wachstum der Fische und die Zunahme der Bestände erreichten auch nicht ansatzweise die projizierten Werte. Die Produktionskennzahlen blieben sogar noch unter den Werten des Vorjahres weit zurück. So wurden in den Gehegen des Versuchsteichs 5 nur 28 %, bei Versuchsteich 6 nur 14 % des Vorjahresertrags erreicht. Im Gehege VT6Zu lag die Abfischmenge bedingt durch die hohen Verluste noch unter der Besatzmenge! Lediglich bei den Rinnen des Versuchsteiches 7 konnte an die Ergebnisse des Jahres 2006 angeknüpft werden, hier wurden immerhin die Vorjahreserträge wieder erreicht. Die beiden Rinnen führen deshalb das Ranking der Versuchsergebnisse an (Tabelle 12).

Die Gesamterträge der Teiche 5 und 7 werden durch die (besatzbedingt) im Vergleich zum Vorjahr wesentlichen höheren Fischerträge im Teichkompartiment geschönt.

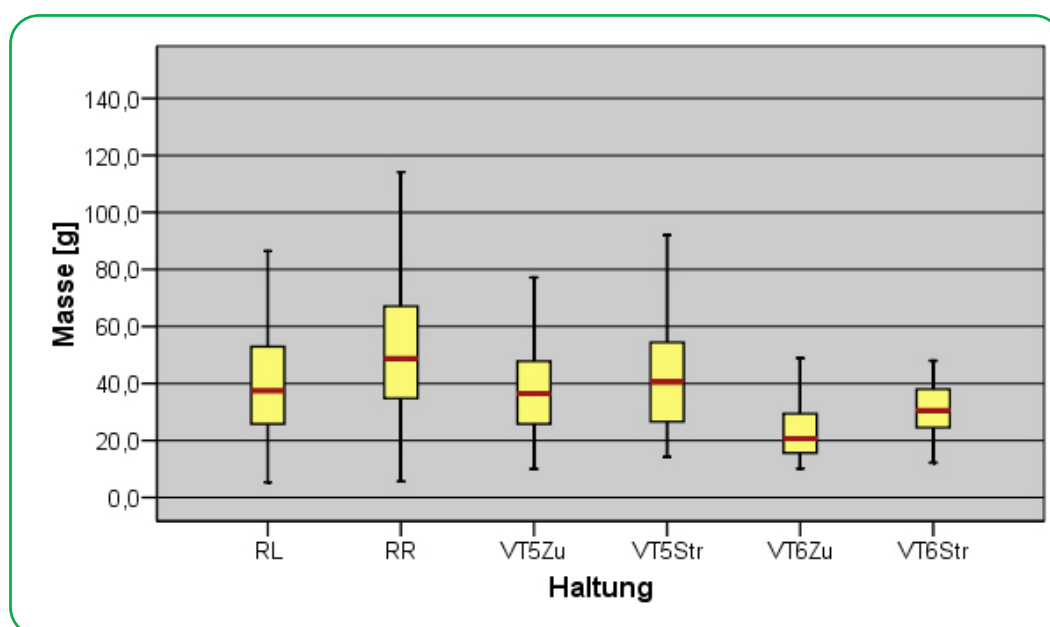
Außer den extrem hohen Verlusten, die zwangsläufig völlig unbefriedigende Produktionskennzahlen wie Futteraufwand und Gesamtzuwachs bzw. Ertrag bedingen und die Produktion in hohem Maße unökonomisch gestalten, war auch der individuelle Stückzuwachs nicht ausreichend (Abbildung 28). Auffällig ist dabei das starke Auseinanderwachsen der Fische trotz der geringen Besatzdichten (Abbildung 29).

**Tabelle 11: Produktionskennzahlen K1-Aufzucht in In-Teich-Kreislaufanlagen. Versuche Königswartha 2007**

Produktionseinheit	VT5St	VT5Zu	VT6St	VT6Zu	Ri li	Ri re
	Gehege	Gehege	Gehege	Gehege	Rinne	Rinne
Futtervariante	Coppens	Märka	Coppens	Märka	Märka	Coppens
Besatz - Datum	11.07.	11.07.	04.07.	04.07.	3.07.	03.07.
Stück	15.821	37.615	40.098	39.965	4.148	23.716
mittlere Stückmasse [g]	2,31	1,67	1,70	1,88	1,91	1,97
Gesamtmasse [kg]	36,6	62,8	68,2	75,1	46,1	46,7
Abfischung - Datum	22.10.	22.10.	22.10.	22.10.	2.10.	22.10.
Stück	3.562	6.339	3.353	3.299	3.023	5.766
mittlere Stückmasse [g]	39,9	27,2	27,6	20,3	38,9	44,3
Gesamtmasse [kg]	142	173	93	67	313	256
Endbestand [kg/m³]	8,9	10,8	5,8	2,4	36,8	30,1
Verluste [%]	77,5	83,2	91,6	91,8	66,8	75,7
Gesamtzuwachs [kg]	106	110	24	0	266	209
Stückzuwachs[g]	37,6	25,5	25,9	18,4	37,0	42,3
Futterverbrauch [kg]	324	458	361	349	521	431
FQ ges. [Zuwachs]	3,06	4,17	14,74	n.a.	1,95	2,06
Produktionsdauer [d]	92	92	99	99	100	100
St.-Wachstum p/d [%]	3,10	3,03	3,03	2,58	3,26	3,38
Abfischung ITK [kg]	315		160		568	
Endbestandsmasse ITK [kg/m³]	10		5		32	
Abfischung Nebenfische Teich (K, Gr, Z, HSB) [kg]	248		76		196	
Abfischung Teich absolut [kg]	563		235		764	
Abfischung Teich relativ [kg/ha]	2.250		940		3.056	

**Tabelle 12: Ranking der wichtigsten Produktionsparameter bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in den In-Teich-Kreislaufanlagen. Versuche Königswartha 2007.**

Aufzucht-einheit	Anlagen-typ	Futter (Protein-/ Fettgehalt in %)	Endbestandsdichte (kg/m <sup>3</sup> )	Mittlere Stückmasse (g)	Stückverluste	FQ	Gesamt (Mittel Spalte 4-7)
1	2	3	4	5	6	7	
R links	Rinne	40/24	1	3	1	1	1,5
R rechts	Rinne	45/12	2	1	2	2	1,8
VT 5 Straße	Gehege	45/12	4	2	3	3	3,0
VT 5 Zuleiter	Gehege	40/24	3	5	4	4	4,0
VT 6 Straße	Gehege	45/12	5	4	5	5	4,8
VT 6 Zuleiter	Gehege	40/24	6	6	6	6	6,0



**Abbildung 29: Verteilung der Endstückmassen in den Versuchen zur Aufzucht von K<sub>1</sub> in ITK. Versuche Königswartha 2007**

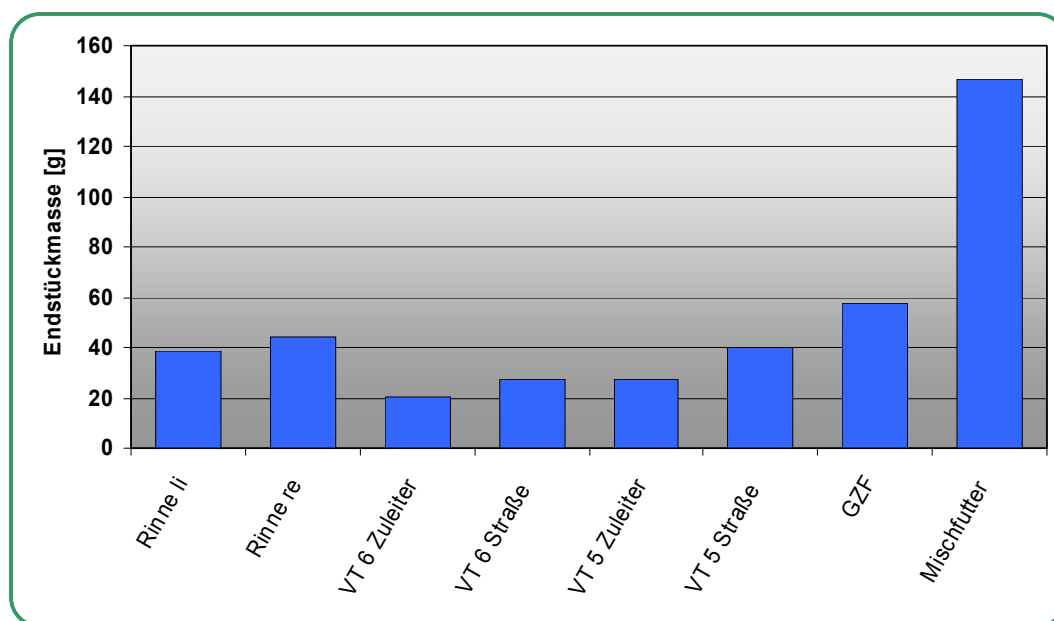
### 6.2.2 K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen

Wie auch schon im Jahr 2006 wurden bei der vergleichenden Aufzucht von K<sub>1</sub> in Teichen gute bis sehr gute Ergebnisse erreicht. Dies gilt besonders für die Variante mit Verabreichung vollwertiger Mischfuttermittel, bei der die ausgezeichneten Resultate des Vorjahres wiederholt wurden. Auch hier wurden wieder bei wichtigen Kennzahlen die besseren Ergebnisse bei der Teichproduktion

erzielt. Dies gilt für die Stückmassen und besonders aber den Futteraufwand. Bei der Mischfuttervariante wurde der ausgezeichnete Wert des Jahres 2006 (0,94) mit 0,97 wiederholt (Tabelle 12).

**Tabelle 12: Kennzahlen der Versuche zur Teichaufzucht von K<sub>1</sub>. Königswartha 2007 (Mittelwerte aus je vier Wiederholungen).**

Futtermittelform	Getreidezufütterung	Mischfutter
Besatz K <sub>0</sub> [St./ha]	30 000	30 000
Abfischung K <sub>1</sub> [St./ha]	13 770	11 130
Abfischung K <sub>1</sub> [kg/ha]	789	1 632
Mittlere Stückmasse K <sub>1</sub> [g]	57,3	146,7
Stückverluste [%]	54,1	62,9
FQ [kg Futter/kg Zuwachs]	2,20	0,97
Produktionsdauer [d]	143	144
Wachstumsrate [%/d]	8,4	7,66

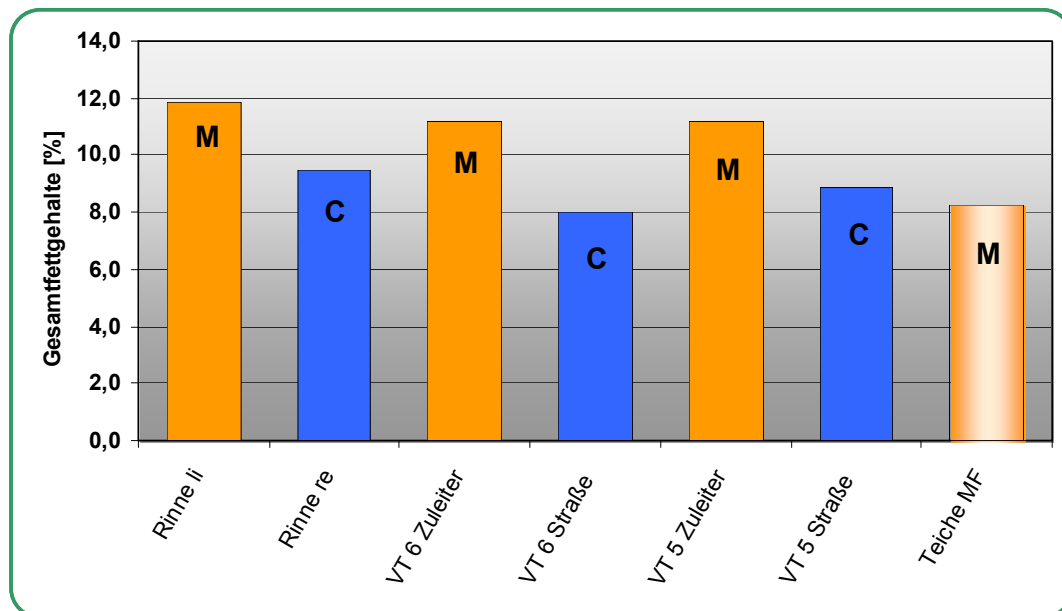


**Abbildung 30: Vergleich der Endstückmassen der Karpfen aus der Aufzucht in ITK bzw. Teichen (GZF und Mischfutter) aus den Versuchen 2007**

Auch beim Wachstum waren die in Teichen aufgezogenen Fische den Fischen aus den ITK in allen Belangen überlegen (Abb. 30).

Kaum Unterschiede gibt es dagegen bei den Fettgehalten aller mit Mischfuttermitteln aufgezogenen K<sub>1</sub> im Herbst (Abbildung 31). Die erreichten Fettgehalte lassen grundsätzlich eine gute Winte-

rungsfähigkeit erwarten. Allerdings besteht bei den Fischen aus den Anlagen die Gefahr, dass hier der Fettgehalt, wie im Vorjahr, nur eine „scheinbar gute Kondition“ anzeigt. Ein Hinweis darauf könnte die Tatsache sein, dass die Teichfische einen ausreichenden, aber fast niedrigsten Fettgehalt aller untersuchten Fische hatten. Bei den mit dem Futtermittel Emsland Aller Aqua, früher Märka (M) gefütterten Fischen aus der ITK lag der Fettgehalt in der Tendenz etwas über denen der Fütterung mit Coppens-Futters (C).



**Abbildung 31: Gesamtfettgehalte von einsömmrigen Karpfen aus ITK und Teichen nach der Abfischung im Herbst. Versuche Königswartha 2007.**

### 6.2.3 Ergebnisse der Wasseranalytik

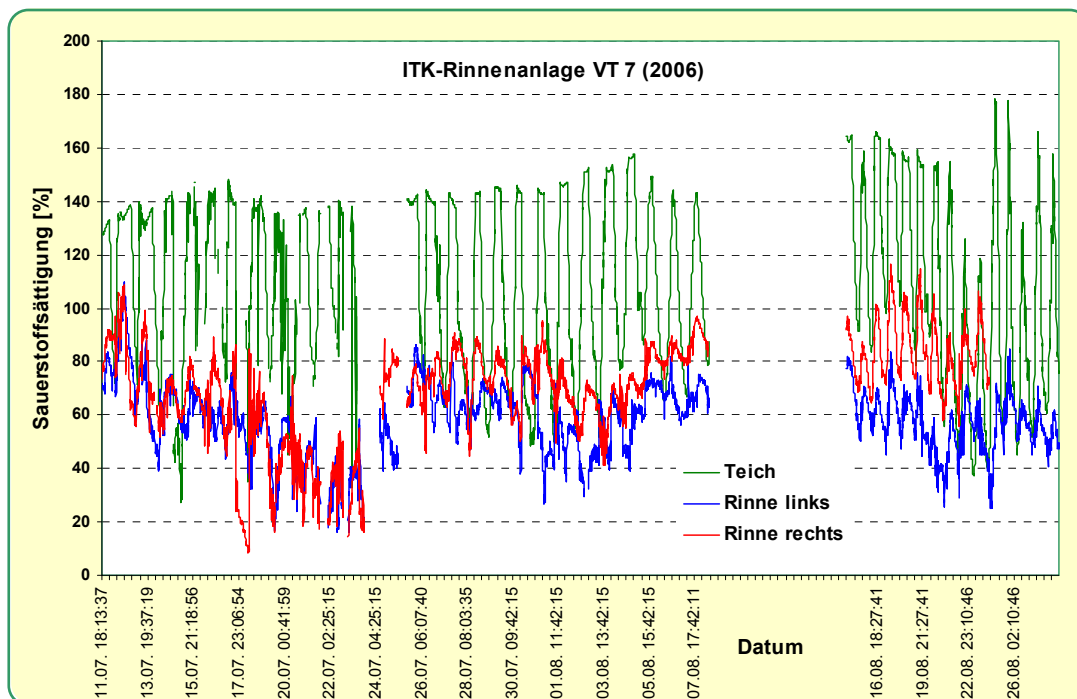
Die Ursache der unbefriedigenden Ergebnisse der  $K_1$ -Aufzucht in ITK in den beschriebenen Versuchen der Jahre 2005 - 2007 könnte natürlich ursächlich mit den Umweltbedingungen für die aufziehenden Jungfische zusammenhängen.

Darüber hinaus interessierte die Frage, wie sich die wichtigsten Umweltparameter in den die ITK umgebenden Teichkompartimenten entwickelten. Handelt es sich bei den unbefriedigenden Aufzuchtergebnissen um ein grundsätzliches Problem der ITK-Technologie oder haben die Fischverluste und Wachstumsdepressionen ggf. andere Ursachen? Dazu werden im Folgenden die Wasserwerte der die ITK-Anlagen umgebenden Teiche (Teichkompartimente = Reinigungsteil des Systems) den Werten aus Teichen mit herkömmlicher  $K_1$ -Aufzucht mit Getreidezufütterung bzw. mit Mischfuttermittelverfütterung gegenüber gestellt.

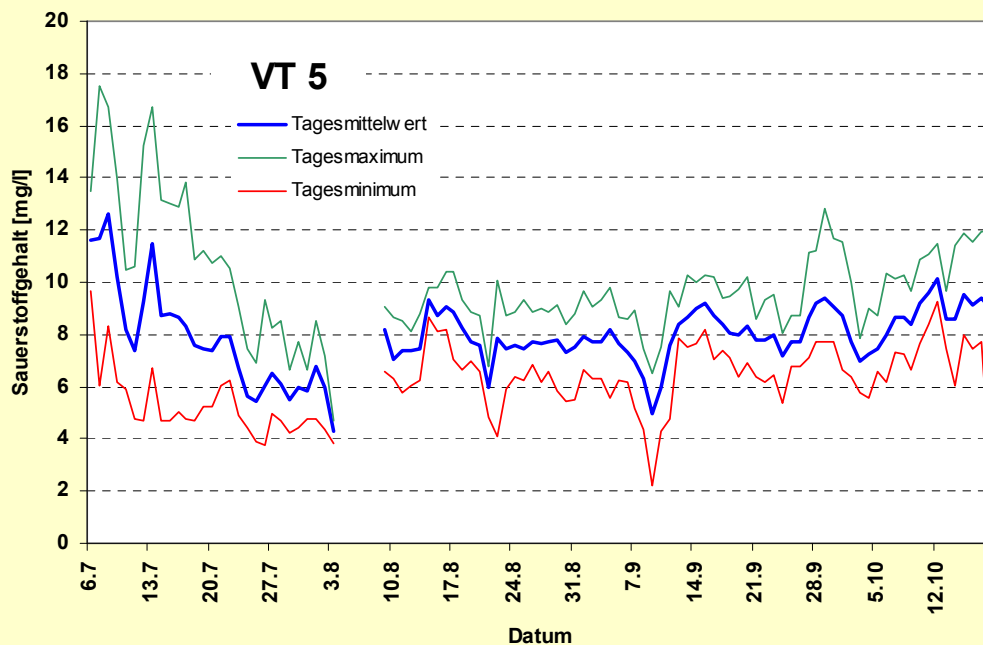


### Sauerstoffgehalt

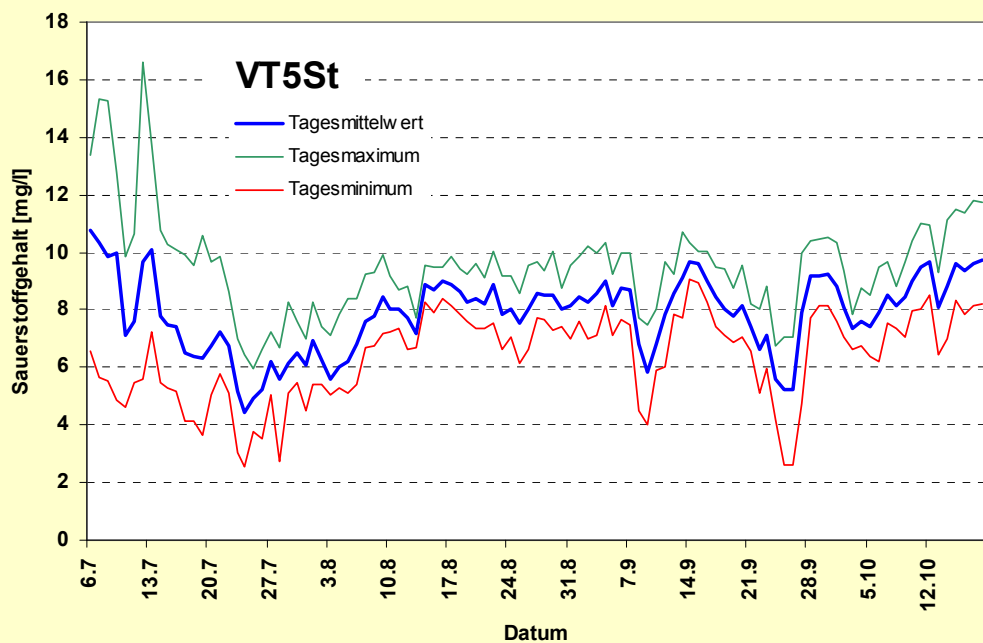
Die kontinuierlichen Sauerstoffmessungen in den Rinnen und Netzgehegen zeigen eindeutig, dass in keinem Fall kritische Sauerstoffwerte in den Aufzuchteinheiten auftraten. Beispielhaft seien hier Ergebnisse des Jahres 2006 dargestellt, in denen die höchsten Bestandsdichten in den ITK erreicht wurden.



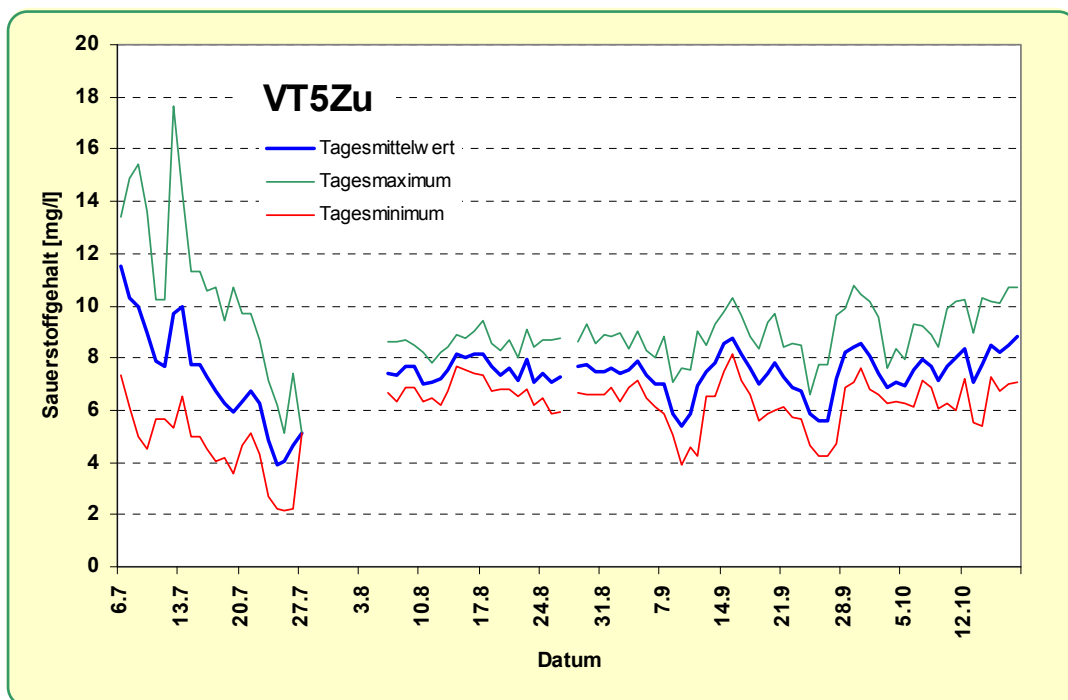
**Abbildung 32: Sauerstoffgang im Versuchsteich Nr. 7 und am Auslauf der Rinnen der ITK (Sättigungswerte). Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006**



**Abbildung 33:** Sauerstoffgehalte im Teichkompartiment des VT 5. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlichen Messungen mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006



**Abbildung 34:** Sauerstoffgehalte im Gehege TV5St im VT 5. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlichen Messungen mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006

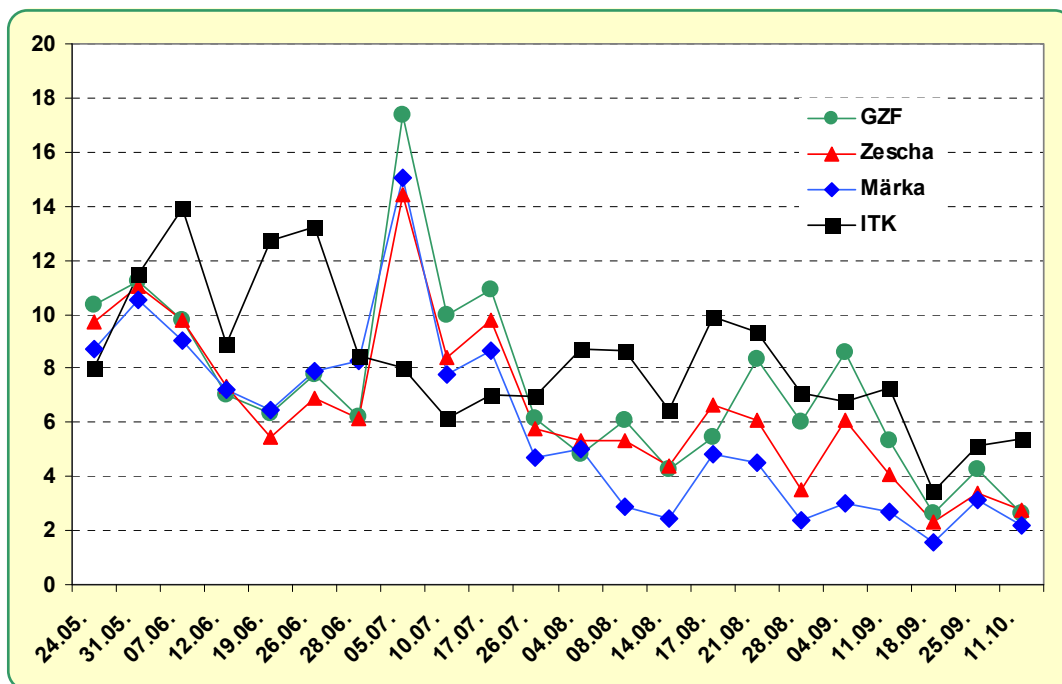


**Abbildung 35: Sauerstoffgehalte im Gehege TV5Zu im VT 5. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlichen Messungen mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006**

In der Rinnenanlage wurden am Einlauf der Rinnen nur am 14.07.06 (Werte für den Teich) bzw. nur an zwei Tagen 60 % der Sauerstoffsättigung kurzfristig unterschritten (Abbildung 32). In den Netzgehegen lagen die Sauerstoffgehalte selbst im Tagesminimum fast nie unter 4 mg/l (Abb. 33 - 35).

Durch den aktiven Eintrag des Zulaufwassers mittels HP-Förderern wurden die für nährstoffreiche Teiche typischen hohen Amplituden des Sauerstoffganges im umgebenden Teichkompartiment offenbar sogar eher geglättet. Dies traf für die Rinnenanlage ebenso zu wie für die Netzgehege.

Interessanterweise waren die mittleren Sauerstoffgehalte in den ITK-Teichen insgesamt günstiger als in den Kontrollteichen mit Mischfutterfütterung und waren in der Rinne in allen drei Versuchsjahren, in den umgebenden Teichkompartimenten in den Jahren 2006 und 2007 sogar signifikant günstiger als die bei der traditionellen Aufzucht mit GZF (Abb. 36). Die Trennung von Fischhaltungsteil und Reinigungsteil den Teichen mit ITK-Anlagen hat also offensichtlich einen nachweislich positiven Effekt auf den Sauerstoffhaushalt des gesamten Systems.

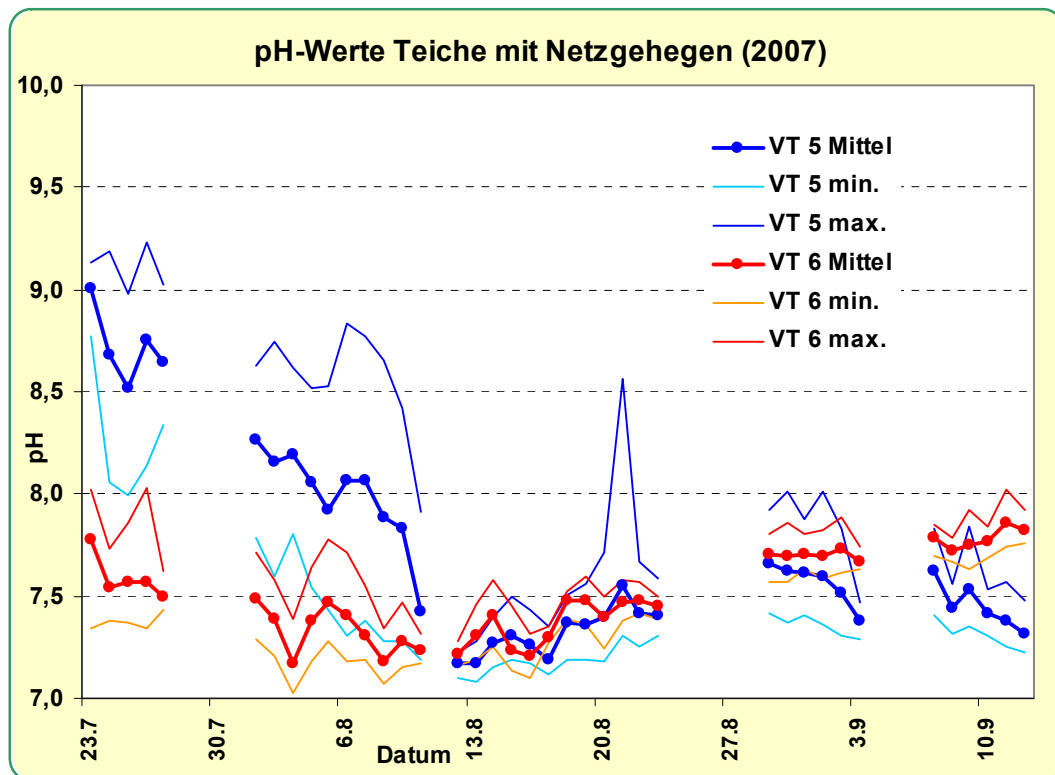


**Abbildung 36: Sauerstoffwerte in den Teichen zur K<sub>1</sub>-Aufzucht 2006. Mittelwerte aus jeweils vier (Teiche) bzw. drei Wiederholungen (Teichkompartimente in den Teichen mit ITK)**

Auch andere, regelmäßig erfasste wasserchemische Parameter lassen nicht den Schluss zu, dass die Umwelt- und Haltungsbedingungen in ITK für eine artgerechte Aufzucht von Karpfen ungeeignet seien (Tab. 13). Im Jahr 2005 unterschieden sich die pH-Werte im Teich mit der ITK-Rinnenanlage nicht von denen in Teichen zur Aufzucht Einsömmriger mittels Getreidezufütterung (Tabelle 13). In den Jahren 2006 und 2007 waren allerdings die pH-Werte im Teich mit der Rinnenanlage gegenüber Teichen mit GZF bzw. Mischfutterfütterung deutlich erhöht. Dies ist sogar im Vergleich mit den Teichen mit ITK-Anlagen mit Netzgehegen erkennbar. Weil jedoch gerade die Rinnenanlage gegenüber den Gehegen noch die günstigeren Ergebnisse bei der Aufzucht erreichte, ist unwahrscheinlich, dass diese leicht erhöhten pH-Werte einen erheblichen Effekt auf das Wohlbefinden der Fische hatten. Zu berücksichtigen ist dabei außerdem, dass es sich bei den Ergebnissen für die ITK-Rinnenanlage nur um einen einzigen Teich handelte, bei den Netzgehege-ITK-Anlagen immerhin schon um Werte zweier Teiche. Die Teichversuche erfolgten sogar mit jeweils vier Wiederholungen. Poolt man allerdings alle Teiche mit ITK-Anlagen, sind die pH-Werte in den Teichen mit ITK-Anlagen insgesamt signifikant höher, als in den „normalen“ Teichen.

Auch die im Jahr 2007 zusätzlich installierte kontinuierliche Messung der pH-Werte bestätigt leicht erhöhte pH-Werte in den Teichkompartimenten außerhalb der ITK-Anlagen, zeigt aber, dass diese

auf die Zeit bis etwa Ende Juli beschränkt waren (Abb. 37). Da allerdings auch die Ammoniumwerte in den Teichen mit ITK-Anlagen über denen der normalen K<sub>1</sub>-Teiche lagen, könnten zumindest zeitweise Ammoniak-Werte in schädlichen aber sublethalen Konzentrationen aufgetreten sein.



**Abbildung 37:** Kurven der kontinuierlichen pH-Wert-Aufzeichnung in den Teichen mit ITK-Netzgehegeanlagen. Tagesmittel sowie absolutes Minimum bzw. Maximum des Tages. Versuche Königswartha 2007.

**Tabelle 13: Mittelwertvergleiche wichtiger Umwelt- und Haltungsparameter zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen mit GZF oder Mischfutterfütterung (MF) im Vergleich zu den Teichen mit In-Teich-Kreislaufanlagen (ITK). Mittelwerte und Standardabweichungen**

Versuchsjahr 2005					
Wert	Teichaufzucht mit GZF		Teichkompartiment außerhalb ITK		Rinnen der ITK
Sauerstoffgehalt [mg/l]	5,40 <sup>a</sup> ± 4,50		5,43 <sup>a</sup> ± 3,56		6,40 <sup>b</sup> ± 3,01
pH-Wert	7,33 <sup>a</sup> ± 0,78		7,40 <sup>a</sup> ± 0,44		7,42 <sup>a</sup> ± 0,32
Orthophosphat [mg/l]	0,12 <sup>a</sup> ± 0,11		0,12 <sup>a</sup> ± 0,07		0,11 <sup>a</sup> ± 0,07
N gesamt [mg/l]	1,63 <sup>a</sup> ± 0,68		1,79 <sup>a</sup> ± 0,45		2,00 <sup>b</sup> ± 0,51
Ammonium [mg/l]	0,60 <sup>a</sup> ± 0,46		1,34 <sup>b</sup> ± 1,06		1,51 <sup>b</sup> ± 1,16
Nitrit [mg/l]	0,11 <sup>a</sup> ± 0,10		0,16 <sup>b</sup> ± 0,13		0,17 <sup>b</sup> ± 0,13
Nitrat [mg/l]	5,83 <sup>a</sup> ± 2,90		4,77 <sup>b</sup> ± 1,12		5,10 <sup>b</sup> ± 1,86
Alkalinität [mval/l]	1,63 <sup>a</sup> ± 0,19		2,27 <sup>b</sup> ± 0,33		2,16 <sup>c</sup> ± 0,10
Versuchsjahr 2006					
	Teichaufzucht mit GZF	Teichaufzucht mit MF 25 % Rp	Teichaufzucht mit MF 38 % Rp	Teichkompartiment außerhalb ITK (Rinnen-anlage)	Teichkompartiment außerhalb ITK (Gehege-anlage)
Sauerstoffgehalt [mg/l]	7,35 <sup>a</sup> ± 3,84	6,59 <sup>b</sup> ± 3,47	5,79 <sup>c</sup> ± 3,69	8,33 <sup>d</sup> ± 3,22	7,39 <sup>a</sup> ± 2,11
pH-Wert	7,69 <sup>a</sup> ± 0,62	7,70 <sup>a</sup> ± 0,72	7,56 <sup>b</sup> ± 0,53	8,53 <sup>c</sup> ± 0,95	7,46 <sup>d</sup> ± 0,50
Orthophosphat [mg/l]	0,11 <sup>a</sup> ± 0,12	0,14 <sup>b</sup> ± 0,18	0,15 <sup>b</sup> ± 0,13	0,30 <sup>c</sup> ± 0,26	0,22 <sup>d</sup> ± 0,19
N gesamt [mg/l]	1,69 <sup>a</sup> ± 0,87	1,51 <sup>b</sup> ± 0,63	1,66 <sup>a</sup> ± 0,63	2,13 <sup>c</sup> ± 0,84	2,99 <sup>d</sup> ± 1,20
Ammonium [mg/l]	0,30 <sup>a</sup> ± 0,10	0,36 <sup>a</sup> ± 0,22	0,42 <sup>b</sup> ± 0,25	0,60 <sup>b</sup> ± 0,56	0,93 <sup>b</sup> ± 0,83
Nitrit [mg/l]	0,08 <sup>a</sup> ± 0,12	0,06 <sup>a</sup> ± 0,09	0,11 <sup>a</sup> ± 0,14	0,25 <sup>b</sup> ± 0,15	0,63 <sup>b</sup> ± 0,93
Nitrat [mg/l]	5,03 <sup>a</sup> ± 2,71	4,76 <sup>a</sup> ± 2,39	5,47 <sup>a</sup> ± 2,31	6,82 <sup>b</sup> ± 3,00	8,94 <sup>b</sup> ± 4,62
Alkalinität [mval/l]	1,50 <sup>a</sup> ± 0,32	1,76 <sup>b</sup> ± 0,41	1,76 <sup>b</sup> ± 0,35	1,68 <sup>a</sup> ± 0,47	1,59 <sup>a</sup> ± 0,39
Versuchsjahr 2007					
	Teichaufzucht mit GZF	Teichaufzucht mit Mischfutter	Teichkompartiment außerhalb ITK (Rinnen-anlage)	Teichkompartiment außerhalb ITK (Gehege-anlage)	
Sauerstoffgehalt [mg/l]	5,88 <sup>a</sup> ± 2,65	4,76 <sup>b</sup> ± 1,72	6,39 <sup>a</sup> ± 2,64	6,97 <sup>c</sup> ± 2,05	
pH-Wert	7,44 <sup>a</sup> ± 0,33	7,33 <sup>b</sup> ± 0,24	7,93 <sup>c</sup> ± 0,56	7,83 <sup>c</sup> ± 0,52	
Orthophosphat [mg/l]	0,15 <sup>a</sup> ± 0,16	0,13 <sup>a</sup> ± 0,10	0,13 <sup>a</sup> ± 0,06	0,16 <sup>a</sup> ± 0,11	
N gesamt [mg/l]	1,87 <sup>a</sup> ± 0,77	1,76 <sup>a</sup> ± 0,46	2,39 <sup>a</sup> ± 0,90	2,93 <sup>b</sup> ± 1,16	
Ammonium [mg/l]	0,38 <sup>a</sup> ± 0,14	0,32 <sup>b</sup> ± 0,14	0,47 <sup>a</sup> ± 0,48	0,41 <sup>a</sup> ± 0,29	
Nitrit [mg/l]	0,06 <sup>a</sup> ± 0,07	0,06 <sup>a</sup> ± 0,13	0,13 <sup>a</sup> ± 0,16	0,23 <sup>b</sup> ± 0,27	
Nitrat [mg/l]	6,86 <sup>a</sup> ± 3,26	6,64 <sup>a</sup> ± 1,87	8,73 <sup>b</sup> ± 2,65	11,30 <sup>b</sup> ± 4,77	
Alkalinität [mval/l]	1,80 <sup>a</sup> ± 0,39	1,81 <sup>a</sup> ± 0,42	1,59 <sup>a</sup> ± 0,27	1,58 <sup>b</sup> ± 0,21	

\* Unterschiedliche Hochbuchstaben symbolisieren signifikante Mittelwertunterschiede (t-Test;  $\alpha < 0,05$ ).

Die Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen stiegen generell mit steigenden Gesamtfischertträgen der Teiche an. Dies betrifft Stickstoff mit seinen im Zuge von Nitrifikation und Denitrifikation entstehenden Zwischenprodukten Ammonium, Nitrit und Nitrat in gleicher Weise wie auch Phosphat.

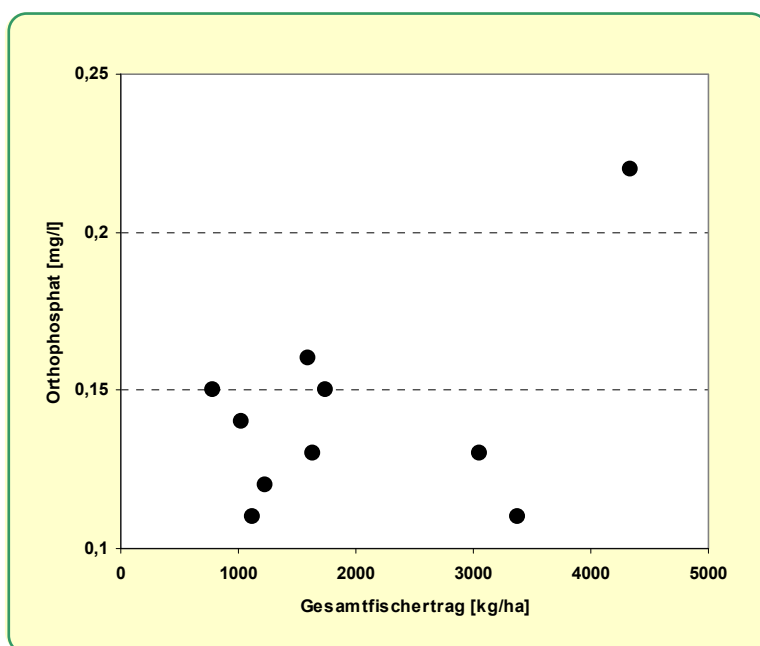
Interessanterweise waren die Orthophosphat-Gehalte der Teiche mit ITK nur im Jahr der höchsten Bestandsdichten (2006) gegenüber den als Vergleich dienenden Satzfischteichen erhöht. In den Jahren 2005 und 2007 gab es keine signifikanten Differenzen zwischen allen Varianten der Teichaufzucht und den Teichen mit In-Teich-Kreislaufanlagen. Offensichtlich war in diesen Jahren den ITK-Teichen ein großer Teil des Phosphats jeweils in unerwünschten Pflanzen gebunden und somit im Wasser nicht nachweisbar. Diese Entwicklung der Teichkompartimente muss allerdings zukünftig unbedingt vermieden werden, weil die sich in unseren Versuchen massiv entwickelnden Fadenalgen oder Wasserlinsen (*Lemna spec.*) zu Bewirtschaftungsproblemen führen können (Abb. 38; Anlage 1: Abb. 1-11). Aus dieser Sicht ist der Besatz des Teichkompartiments mit einer ausreichenden Menge von Karpfen entsprechender Größe unbedingt erforderlich, um diese unangenehme Fehlentwicklung des Pflanzenwachstums im praktischen Betrieb zu vermeiden. Idealerweise sollten die vorhandenen Nährstoffe wie in jedem Karpfenteich von Grünalgen genutzt werden.



**Abbildung 38: Massive Entwicklung von Wasserlinsen in einem Versuchsteich mit In-Teich-Gehegeanlage im Jahr 2007**

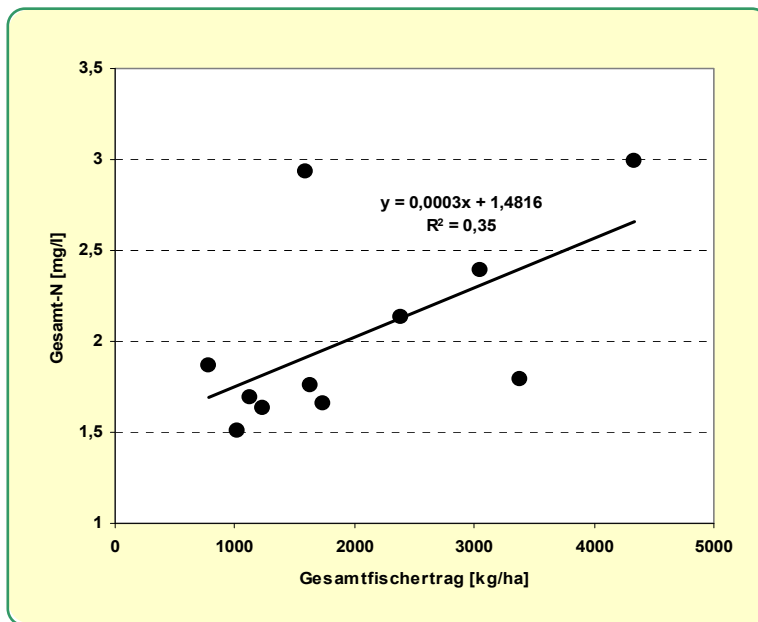
Interessant bleibt aber trotzdem, dass der Phosphatgehalt in Teichen mit und ohne ITK in Abhängigkeit von der Bestandsmasse nicht wie erwartet ansteigt (Abb. 39).

Die mittleren Gehalte an Gesamtstickstoff steigen andererseits in Abhängigkeit von der Besatzdichte deutlich an (Abb. 40). Auch die Mittelwerte für die Zwischenprodukte von Nitrifikation und Denitrifikation Ammonium, Nitrit und Nitrat lagen in den ITK-Teichen zumindest in den meisten Fällen höher als in denen der traditionellen Teichaufzucht. Bei den signifikant höheren N-Gehalten im System belegt dies, dass die Prozesse der Nitrifikation und Denitrifikation auch in Teichen mit ITK-Anlagen prinzipiell funktionieren.



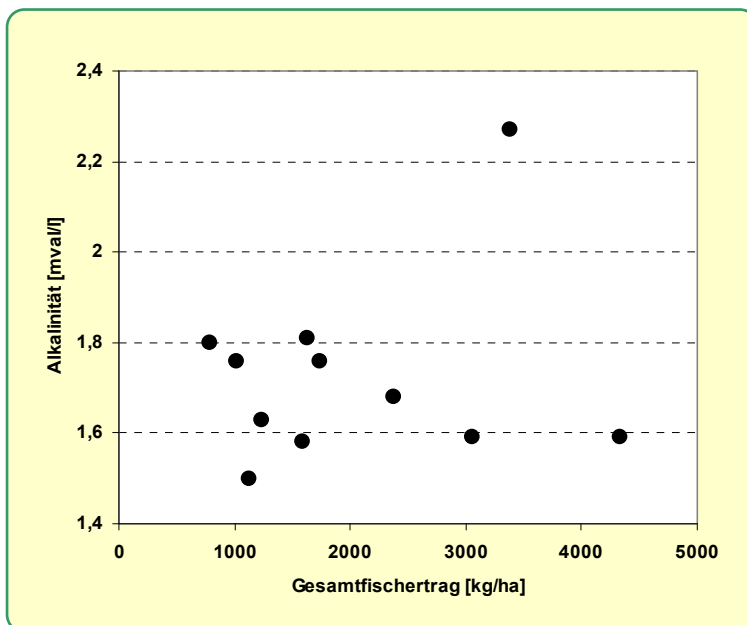
**Abbildung 39:** Abhängigkeit zwischen mittlerem Orthophosphatgehalt im Teich und Gesamtfischertrag. Versuche zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen und ITK-Anlagen Königswartha 2005 - 2007.





**Abbildung 40: Abhängigkeit des Gesamt-N-Gehalts im Teich von den Gesamtfischerträgen. Versuche zur K1-Auf-zucht in Teichen und Teichen mit ITK-Anlagen Königswartha 2005 - 2007.**

Der in gleicher Weise erwartete Trend bei der Alkalinität blieb überraschend aus. Die Alkalinität stieg nicht in Abhängigkeit vom Gesamtfischertrag (und damit der  $\text{CO}_2$ -Produktion im System), wie das beispielsweise für das Verfahren der Pelletintensivwirtschaft typisch war (Abb. 41).



**Abbildung 41: Beziehung zwischen Alkalinität und Gesamtfischertrag. Versuche zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen und Teichen mit ITK-Anlagen Königswartha 2005 - 2007.**

Eine ganze Reihe weiterer Einzeldaten zu Wassergüteparametern sowie Grafiken finden sich in Anlage 3.

#### 6.2.4 Ergebnisse von Nährtieruntersuchungen

Die Zooplanktonentwicklung in den Teichen mit ITK-Anlagen wurde im Jahr 2007 im Rahmen einer Praktikumsarbeit intensiv untersucht (PAULUSCH 2007). Das Zooplanktonabsetzvolumen lag in den Teichen mit ITK mit einer Ausnahme über den Werten des untersuchten Vergleichsteichs (Abb. 42). Diese Tatsache allein überrascht noch nicht, hatten doch auch Teiche zur intensiven Aufzucht von K<sub>1</sub> mittels Pelletintensivwirtschaft und technischer Belüftung hohe Zooplanktonabsetzvolumen.

Interessanter ist in diesem Zusammenhang die Zooplanktonzusammensetzung. Mit der von PAULUSCH detailliert beschriebenen Methodik war es möglich, die Zooplanktonzusammensetzung zu untersuchen. Bei diesen Untersuchungen wurde unterstellt, dass Zooplankter > 900 µm für Karpfen attraktive Beutetiere darstellen, während kleinere Zooplankter kaum noch Bedeutung in der Ernährung der Karpfen haben. Immerhin bestand zu Beginn unserer Untersuchungen die Hypothese, dass durch die Trennung von Zooplankton- und Fischproduktion in getrennten unterschiedlichen Teichkompartimenten eine „unerschöpfliche“ Nährtierproduktion stattfinden könnte. Dies ist leider nicht in dieser Weise eingetreten. In allen Teichen mit ITK erschöpfte sich das grobe Zooplankton in gleicher Weise wie in herkömmlichen Teichen (Abb. 43). Weitere Daten zum Zooplankton finden sich in Anlage 4.

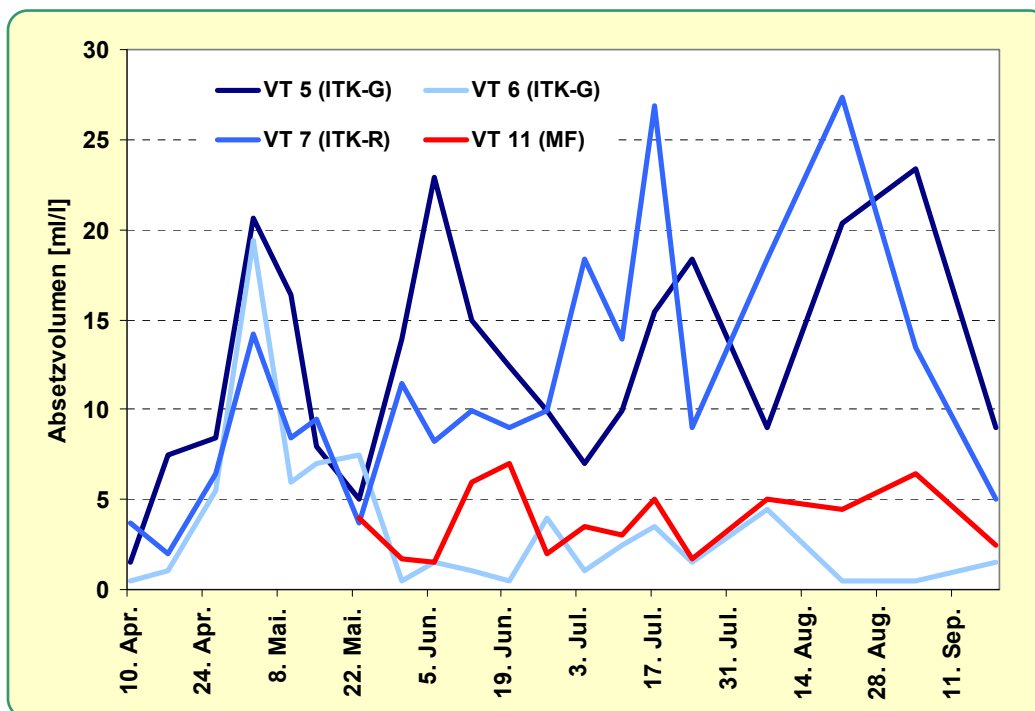


Abbildung 42: Zooplanktonabsetzvolumen gesamt. Versuche zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen und Teichen mit ITK-Anlagen Königswartha 2007.

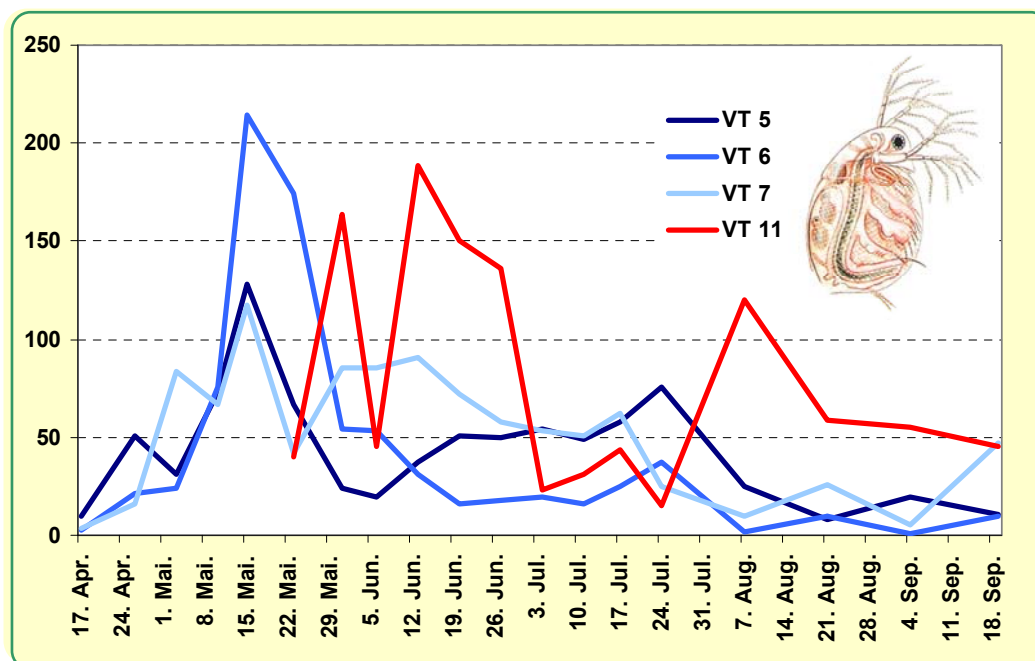


Abbildung 43: Zooplanktonfraktion > 900 µm in Versuchen zur K<sub>1</sub>-Aufzucht in Teichen und Teichen mit ITK-Anlagen Königswartha 2007.

### 6.3 Überwinterung der Versuchsfische

Nach der Herbstabfischung 2007 wurden die Satzfisher separat nach Variante gewintert. Ebenso wie in den vorherigen Jahren des Projektes wiesen bei der Überwinterung 2007/2008 die Satzkarpfen aus den ITK gegenüber denen aus traditioneller Teichaufzucht deutlich höhere Winterverluste auf, die sogar ein Mehrfaches der Vergleichsvarianten betrugen (Tabelle 14). Die Kondition und Fitness dieser Fische war äußerst mangelhaft. Dies wurde nicht nur durch den äußeren optischen Eindruck, sondern auch durch die Untersuchung des Fischgesundheitsdienstes vom 13.03.2008 bestätigt. Laut Untersuchungsbericht wiesen die Karpfen aus dem Winterteich Nr. 16 einen schlechten Gesundheitszustand mit hohem Parasitenbefall auf. Besonders negativ auf die Fischgesundheit wirkte sich ein Befall mit Ichthyophthirius aus, der ohnehin nur bedingt therapierbar ist.

**Tabelle 14: Kennzahlen der K1-Überwinterung 2007/2008**

Winter- teich	Variante	Einwinterung			Frühjahrsabfischung			Verluste		
		Stück	kg	x in g	Stück	kg	x in g	Stück	kg	%
14	GZF	13.770	789	57	12.334	718	58	1.436	71	10,4
15	Mischfutter	11.130	1.632	147	8.675	1.346	155	2.455	286	22,1
16	ITK	30.340	1.041	34	11.654	411	35	18.686	629	61,6

Die Fische aus der ITK wurden am 27.03.2008 in eine Netzkäfiganlage umgesetzt und erlitten dort innerhalb kurzer Zeit nahezu einen Totalverlust. Vergleichsweise sind die Bestände der beiden Teichvarianten mit geringen Verlusten überwintert worden. Auch nach dem Frühjahrsbesatz waren keine Verluste sichtbar geworden. Damit unterlagen auch im Vergleich der Winterverluste die Satzkarpfen aus den In-Teich-Anlagen denen aus den zwei Varianten der Teichaufzucht eindeutig. Den K<sub>1</sub> aller Versuchsvarianten des Jahres 2006 wurde nach einer entsprechenden Untersuchung des Fischgesundheitsdienstes vom 19.03.2007 nur ein mäßiger, teils schlechter Gesundheitszustand bescheinigt. Vor allem der Befall mit verschiedenen Parasiten, der bei Ichthyophthirius eine hohe Befallsintensität erreichte, schmälerte die Qualität und den Wert der Satzfisher entscheidend.

## 7 Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit den vorgestellten „In-Teich-Kreislaufanlagen“ konnten zwei praxisreife Systeme entwickelt werden, die für die geschützte Produktion von Fischen in Teichen geeignet sind.

Die zuerst genutzte Rinnenanlage bewährte sich bereits bei der Aufzucht von Streifenbarschhybriden. Der Vorteil dieser Anlage ist das leichte Handling und die gute Kontrolle der Fische, der ständige Eintrag von Zooplankton aus dem Teich als zusätzliche Futterquelle und die gute Abfischbarkeit der Rinnen. Durch den Wasserfluss mittels HP-Förderung durch die Anlage wird Sauerstoff eingetragen. Gleichzeitig erfolgt aber auch der Austrag von Sauerstoff bei Übersättigung des Wassers. Damit können extreme Schwankungen des Sauerstoffgehalts vermieden und das Stresspotenzial für die Fische gesenkt werden. Die Dimensionierung des Gebläses und der HP-Förderer scheint praxisrelevant, weil eine zusätzliche Belüftung trotz hoher Bestandsdichten zumindest bei den Versuchen mit Streifenbarschen nicht nötig war. Der Nachteil dieses Systems liegt in den relativ hohen Anschaffungskosten für die GFK-Rinnen und vor allem in der absoluten Abhängigkeit vom Wasserstand im Teich. Mit sinkendem Wasserpegel nimmt die Förderleistung der HP-Förderer überproportional ab und kommt gegebenenfalls zum Erliegen. Es wäre zu klären, ob schwimmende Rinnen dieses Problem beheben können. Allerdings setzen diese etwas höhere Wasserstände im Teich voraus.

Die Technologie der entwickelten Netzgehegeanlage bewährte sich prinzipiell ebenfalls. Das eingesetzte Gewebe der Firma Huesker® für die Gehege ist sehr robust, gegenüber UV-Strahlung wenig anfällig und veralgte kaum. Dazu ist das Material vergleichsweise preiswert. Die Aufhängung der Netzgehege an Stangen funktionierte problemlos, wenn diese tief genug im Teichboden verankert wurden. Als Belüfter bzw. für den Eintrag von Frischwasser sind Strömungsbelüfter zu favorisieren. Mit einem aufgesetzten Förderrohr lässt sich das Wasser mit diesem gezielt auch über eine gewisse Höhe eintragen. Da das Netzmaterial zumindest bei den von der LfL eingesetzten Maschenweiten von 4,0 x 4,0 mm der Wasserströmung einen großen Widerstand entgegensetzt, sind Tauchbelüfter, die einen Wasserstrahl erzeugen, zur ausreichenden Durchströmung und Sauerstoffversorgung nicht geeignet. Ein Großteil der Wassermenge wurde von den Gehegen abgewiesen. Die Reinigung, die Kontrolle der Fische und das Abfischen gestalteten sich problematischer als in den Rinnen.

Dazu waren die von der LfL genutzten Gehege etwas zu groß dimensioniert. Durch die Begehbarkeit von lediglich einer Seite war es notwendig, mit Kahn oder durch direkten Wasserkontakt die anderen drei Seiten zu erreichen. Abhilfe könnte eine Begehbarkeit von allen Seiten bringen, würde aber die Anschaffungskosten extrem erhöhen. Ein enormer Vorteil der Netzgehegeanlage ist die relative Unabhängigkeit vom Wasserstand im Teich.

Festzustellen ist nach den dreijährigen Versuchen allerdings, dass sich die genannten Anlagen nach dem heutigen Wissensstand für eine sichere Erzeugung einsömmriger Karpfen nicht eignen. Trotz Einsatzes unterschiedlicher und teilweise sehr hochwertiger Futtermittel konnten keine befriedigenden Ergebnisse beim Zuwachs erzielt werden. Alle betriebswirtschaftlich relevanten Daten der Fischeaufzucht wie Stückzuwachs, Futterverwertung oder Verluste blieben in den ITK-Anlagen hinter den Ergebnissen der herkömmlichen Teichaufzucht zurück.

Der Besatz der Anlagen war so konzipiert, dass Bestandsmengen im Herbst von ca. 100 kg/m<sup>3</sup> erreicht werden sollten. Diese Ergebnisse konnten nicht im Ansatz erreicht werden. Hohe Verluste vor allem durch Kiemennekrosen kennzeichneten alle drei Versuchsjahre und sind somit systemimmanent.

Möglicherweise liegt eine Ursache der unzureichenden Aufzuchtergebnisse in der schlechten Kondition der besetzten Fische. Weil die Maschenweite der Gehege die Besatzstückmasse der Karpfen limitierte, wurden diese in hohen Stückzahlen in Teichen vorgestreckt und wurden nach Verbrauch der Naturnahrung notgedrungen mittels Mischfuttermittelverabreichung auf ca. 2 g vorgestreckt. Mögliche geringere Maschenweiten der Netzgehege behindern aber später den ausreichenden Wasserdurchfluss.

Da die geplanten Endbestandsmengen nicht erreicht wurden, lässt sich auch keine Aussage über die Biologie und Chemie des umgebenden Teichwassers treffen, wenn höhere Bestandsdichten erreicht worden wären.

Die Wasserparameter bewegten sich bei den erreichten Bestandsdichten von bis zu knapp über 4 000 kg/ha Gesamtteichfläche mit wenigen Ausnahmen regelmäßig im Bereich des Optimums für die Fischzucht.

Auffällig war, dass sich ein gezielter, moderater Besatz der die Anlagen umgebenden Teichkompartimente mit Karpfen positiv auf das Teichklima auswirkte. So konnte in diesen Fällen ein übermäßiges Makrophytenwachstum verhindert werden. Die Trübung des Wassers führte zu keinen extremen Algenblüten, Schwankungen des Sauerstoffgehaltes und pH-Wertes des Wassers waren weniger ausgeprägt als in Teichen ohne zusätzlichen Besatz.

Die eingesetzten Sauerstoffeintragsverfahren genügten bei den erreichten Bestandsdichten, weil die Sauerstoffverhältnisse in den Teichen mit ITK-Anlagen in der Regel sogar stabiler als in Teichen zur K<sub>1</sub>-Aufzucht mit Getreidezufütterung waren. Hightech-Varianten zum zusätzlichen Sauerstoffeintrag wie die in der Pilotanlage Petkamsberg sind bei Bestandsdichten von 3 - 4 t/ha noch entbehrlich.

Das nutzbare Zooplankton in den Teichen mit ITK wurde in gleicher Weise verbraucht wie in herkömmlichen Teichen mit Mischfutterfütterung.

**Nach den Ergebnissen der LfL ist die Aufzucht einsömmriger Karpfen in In-Teich-Kreislaufanlagen gegenwärtig nicht zu empfehlen.**

Für die Aufzucht ausreichend konditionierter K<sub>1</sub> ist nach dem jetzigen Erkenntnisstand nach wie vor eine Teichaufzucht mittels Mischfutter die geeignetste Technologie (FÜLLNER et al. 2007). Wie unsere vergleichenden Teichaufzuchtversuche in den Jahren 2005 bis 2007 zeigen, lassen sich sowohl mit herkömmlicher Technologie mit Getreidezufütterung, aber insbesondere mit Mischfutterverabreichung kostengünstiger weitaus größere und konditionsstärkere Satzfisher mit einem sehr guten Futteraufwand erzeugen.

Die Technologie der „In-Teich-Kreislaufanlagen“ könnte in Zukunft aber für die Aufzucht hochpreisiger Nebenfische eingesetzt werden. Bei der Aufzucht von Hybridstreifenbarschen hat sich die Technologie bestens bewährt. Nach jetzigem Erkenntnisstand können solche Anlagen für die Aufzucht von Welsen, Stören oder Zandern mit Erfolg eingesetzt werden.

## **8 Zusammenfassung**

An der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft sollten in der Versuchsteichanlage Königswartha in einer bestehenden „In-Teich-Kreislaufanlage“ einsömmrige Satzkarpfen produziert werden. Bei dieser Anlage stehen GFK-Rinnen im Teich und werden durch HP-Fördertechnologie mit Wasser aus diesem versorgt. Dieses System bewährte sich bereits bei Streifenbarschhybriden und sollte an die Aufzucht von Karpfen adaptiert werden. Außerdem wurde eine zweite Anlage errichtet. Diese sollte in der Anschaffung und im Aufbau wesentlich kostengünstiger und unabhängig vom Wasserstand im Teich sein. Dafür wurden Netzgehege aus PVC-Gewebe im Teich verankert und durch verschiedene Belüftersysteme mit sauerstoffangereichertem Wasser aus dem Teich versorgt. Für beide Systeme sollten praxisreife Lösungen für eine kormoransichere Aufzucht einsömmriger Satzkarpfen erarbeitet werden.

Obwohl sich die entwickelte Technik in der Praxis bewährte, konnten trotz des Einsatzes hochwertiger Mischfuttermittel keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden. Die Endstückmassen der aufgezogenen Fische betrugen zwischen 20,3 und 66,8 Gramm. Der Endbestand bewegte sich zwischen 4,2 und 45 kg/m<sup>3</sup> und der Hektarertrag der Teiche erreichte nur 0,94 bis 4,8 t/ha. Hohe Verluste wurden durch unspezifische Kiemennekrosen ausgelöst und betrugen bis zu 92 %. Die Kondition der Fische aus den Anlagen war ausnahmslos schlecht und dokumentierte sich in hohen Winterverlusten.

Für die kormoransichere Aufzucht von einsömmrigen Karpfen eignet sich diese Technologie nach dem heutigen Wissensstand nicht. Sie könnte aber zukunftsorientiert für die Aufzucht hochpreisiger Nebenfische eingesetzt werden.

## **9 Summary**

In the Saxon State Institute for Agriculture one-year-old fingerlings carps should be produced in the experimental pond farm Königswartha in an existing „In Pond-Circulation System“ (IPC). By this system GRP channels stand in the pond and are supplied by mammoth pump with water from this. This system already proved itself with Hybrid Striped Basses and should be adapted to the breeding by carp. Moreover, the second circulation system was established. This should be a low cost system with a substantially cheaper construction and it should be independent of the water level in the pond. For it net enclosures from PVC fabric were anchored in the pond and provides by different aeration systems with oxygenated water from the pond. For both systems solutions should be compiled that are realizable in practice for rearing one-year-old fingerlings of carp cormorant-proof.

Although the developed technology proved itself in practice, no satisfying results could be achieved in spite of the application of highly valued mixing feeds. The individual weights of the growing fish reached only 20.3 and 66.8 g. The final yield reaches only between 4.2 and 45 kg/m<sup>3</sup> and the yield per hectare in the ponds reached from 0.94 to 4.8 t/ha. High losses were released by unspecific gill necrosis and amounted up to 92%. The condition of the fish from the IPC was bad without exception and was indicated in high winter losses.

According to the today's knowledge state this technology is not recommended for the cormorant-proof production of one-year-old carp fingerlings. However, it could be used future-oriented for the breeding of upscale fishes.

## **10 Literatur**

- FÜLLNER, G., BILD, A., SCHREIER, A. (2008): Zahlen zur Binnenfischerei, Freistaat Sachsen - Jahresbericht 2007, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Dresden: 46 S.
- FÜLLNER, G., PFEIFER, M., LANGNER, N. (2007): Karpfenteichwirtschaft. Bewirtschaftung von Karpfenteichen. Gute fachliche Praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Dresden: 129 S.
- GOTTSCALK, T., FÜLLNER, G., PFEIFER, M. (2004): Erste Ergebnisse der Aufzucht von Streifenbarschhybriden in einem „In-Teich-Kreislaufsystem“. Fischer & Teichwirt 55 (4): 623-625
- GOTTSCALK, T., FÜLLNER, G., PFEIFER, M. (2005): Möglichkeiten der Einführung neuer Fischarten als Objekte der Aquakultur in Sachsen. Aufzucht von Hybrid-Streifenbarschen in einer „In-Teich-Kreislaufanlage“. Berichte aus der Fischerei. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden 14: 1-53



- KNÖSCHE, R. (2008): Nachhaltige Aquakultur durch Einbeziehung der Karpfenteiche. *Fischer & Teichwirt* 59: 263-265
- KÖHLER, W.; SCHACHTEL, G.; VOLESKE, P. (1996): *Biostatistik*. 2. Auflage. Springer-Verlag Berlin: 285 S.
- LIRSKI, A., ONOSZKIEWICZ, B., OPUSZYNSKI, K., WOZNIEWSKI, M. (1979): Rearing of cyprinid larvae in new type flow through cages placed in carp ponds. *Polski Archiwum Hydrobiologii* 26 (4): 545-549
- MASSER, M., LAZUR, A. (1997): *In-Pond Raceway*. SRAC-Publication 170
- MIRES, D.; AMIT, Y. (1992): Intensive culture of Tilapia in quasi-closed water-cycled flow-through ponds - The Dekel Aquaculture system. *Bamidgeh* 44: 82-86
- MIRES, D.; AVNIMELECH, Y.; DIAB, S.; COCHABA, M. (1990): Water quality in a recycled intensive fish culture system under field conditions. *Bamidgeh* 42: 110-121
- MÜLLER, W. (1955): Die Zweigstelle für Teichwirtschaft Königswartha des Instituts für Fischerei der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und ihre Versuchsteichanlage. *Z. Fischerei N. F.* 4: 189-200
- MÜLLER, W. (1966): Zwei häufige Formen schlechter Kondition bei Satzkarpfen. *Dt. Fischerei-Ztg.* 13 (2): 47-48
- PARKER, N. (1988): Floating Raceway System can expand Production of Striped Bass. *Research Information Bulletin U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.*: 88-85.
- PAULUSCH, J. (2007): Untersuchung ausgewählter chemischer und biologischer Parameter in Teichen mit unterschiedlichen Nutzungsformen. *Praktikumsarbeit Hochschule Zittau/Görlitz*: 41 S.
- YOO, K.; MASSER, M.; HAWCROFT, B. (1995): An In-pond Raceway System Incorporating Removal of Fish Wastes. *Aquacultural Engineering* 14: 175

## **11 Anlagen**

### **Anlage 1 – Fotodokumentation**

## Lageplan der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha



Abbildung 1-1: Lageplan der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha



**Abbildung 1-2: Rinnenanlage in VT7. Ausbaustufe 2006. Im Hintergrund links Schalt-schrank mit Datenlogger für Sauerstoffmessdaten, rechts Gebläse für HP-Förderer**



**Abbildung 1-3: Selbst startendes Notstromaggregat zur Energieversorgung aller ITK-Anlagen bei Netzstromausfall**





**Abbildung 1-4: Reinigung der Versuchsrinnen in der Anlage ITK-R in VT 7**



**Abbildung 1-5: Die Reinigung der Rinnen ist im Gegensatz zu den Anlagen mit Gehegen einfach möglich.**





**Abbildung 1-6:** Pro Versuchsteich wurden für den Aufbau der Netzgehege zwei Felder gebnet, auf denen die Gehege bodenschlüssig errichtet wurden.



**Abbildung 1-7:** Ein mittig angeordneter Steg gewährleistet die Begehrbarkeit der Anlage.





**Abbildung 1-8:** Jeweils fünf Stangen und der Steg dienen der Befestigung der Gehege.  
Rechts der Schaltschrank für die Elektroinstallation und die Messtechnik



**Abbildung 1-9:** Gesamtansicht einer Netzgehegeanlage

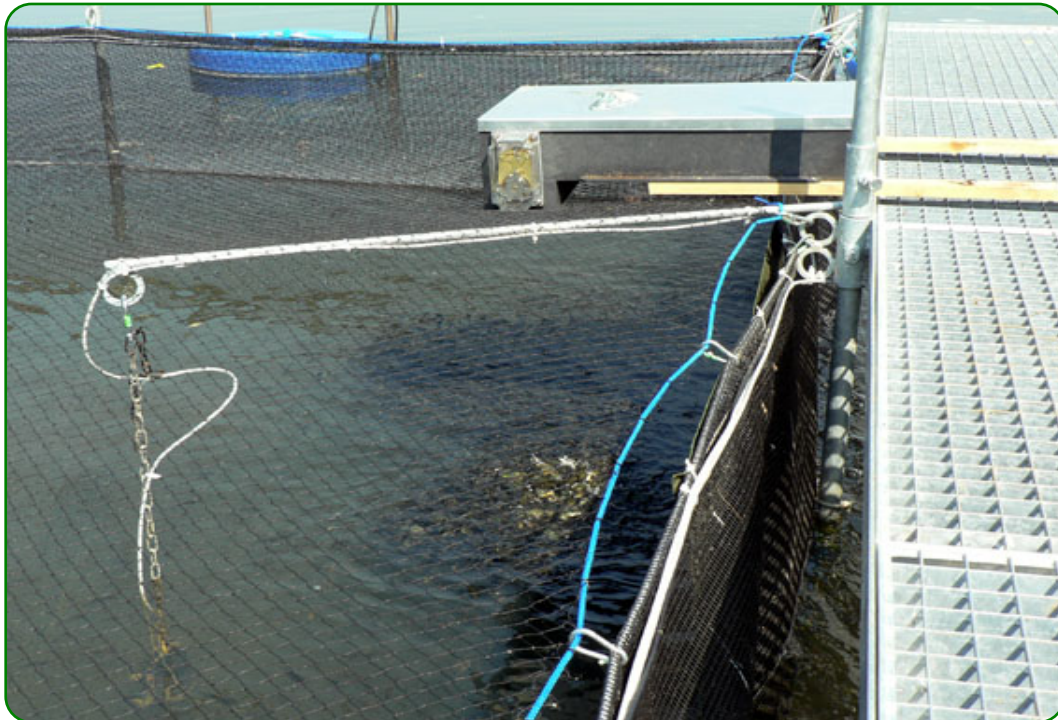


**Abbildung 1-10: Die Gehege wurden an ihren Befestigungspunkten angebracht.**

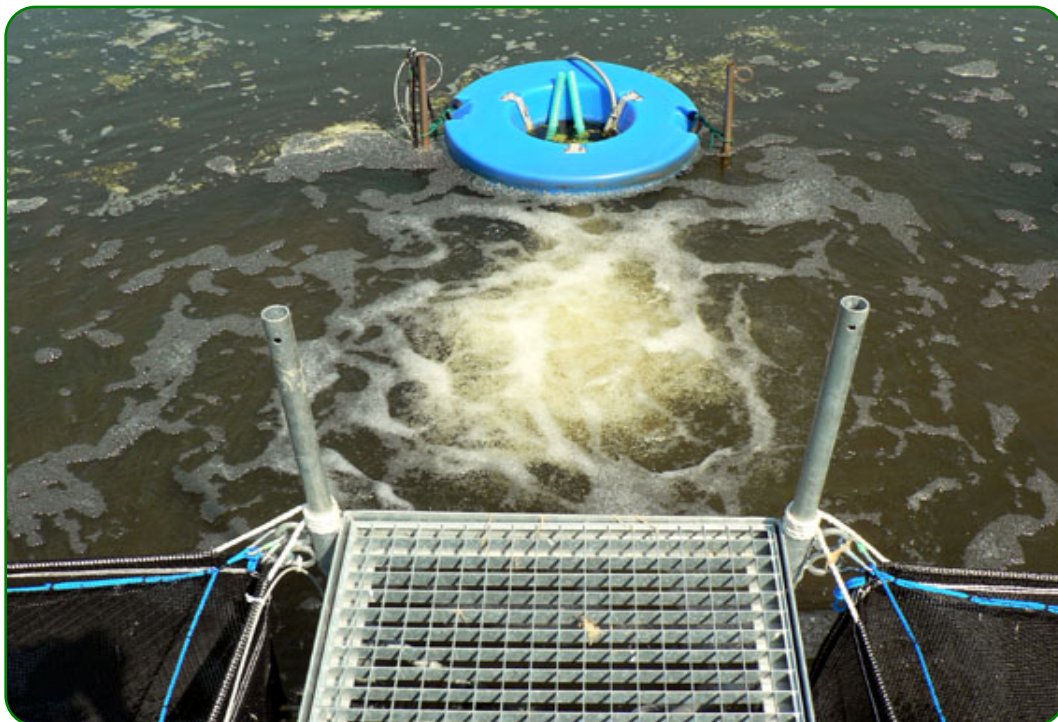


**Abbildung 1-11: Eine Folie verhindert das sofortige Ansaugen des zugeführten Frischwassers, zwei Stangen dienen der Befestigung eines Belüfters**





**Abbildung 1-12: Halterung für die Sauerstoffsonden**



**Abbildung 1-13: Wassermwälzer „Turbo-Jet“**





**Abbildung 1-14: Strömungsbelüfter „Aqua-Jet“**



**Abbildung 1-15: Die sich in Massen entwickelnden Fadenalgen mussten in den ITK-Teichen im Jahr 2007 per Hand entfernt werden.**





**Abbildung 1-16: Wasserstand an einem Netzgehege bei der Wassermangelsituation im Versuchsjahr 2006.**



**Abbildung 1-17: Infolge Wassermangels im Versuchsjahr 2006 fast vollständig zugewachsener Versuchsteich**



**Abbildung 1-18: Im Teich fehlen im Versuchsjahr 2006 fast 50 Prozent Wasser. Der Teich wächst massiv zu mit entsprechenden Folgen auf die Wasserdurchströmung im Teichkompartiment.**

## **Anlage 2 – Wetterdaten für die Versuchsjahre 2005 bis 2007**

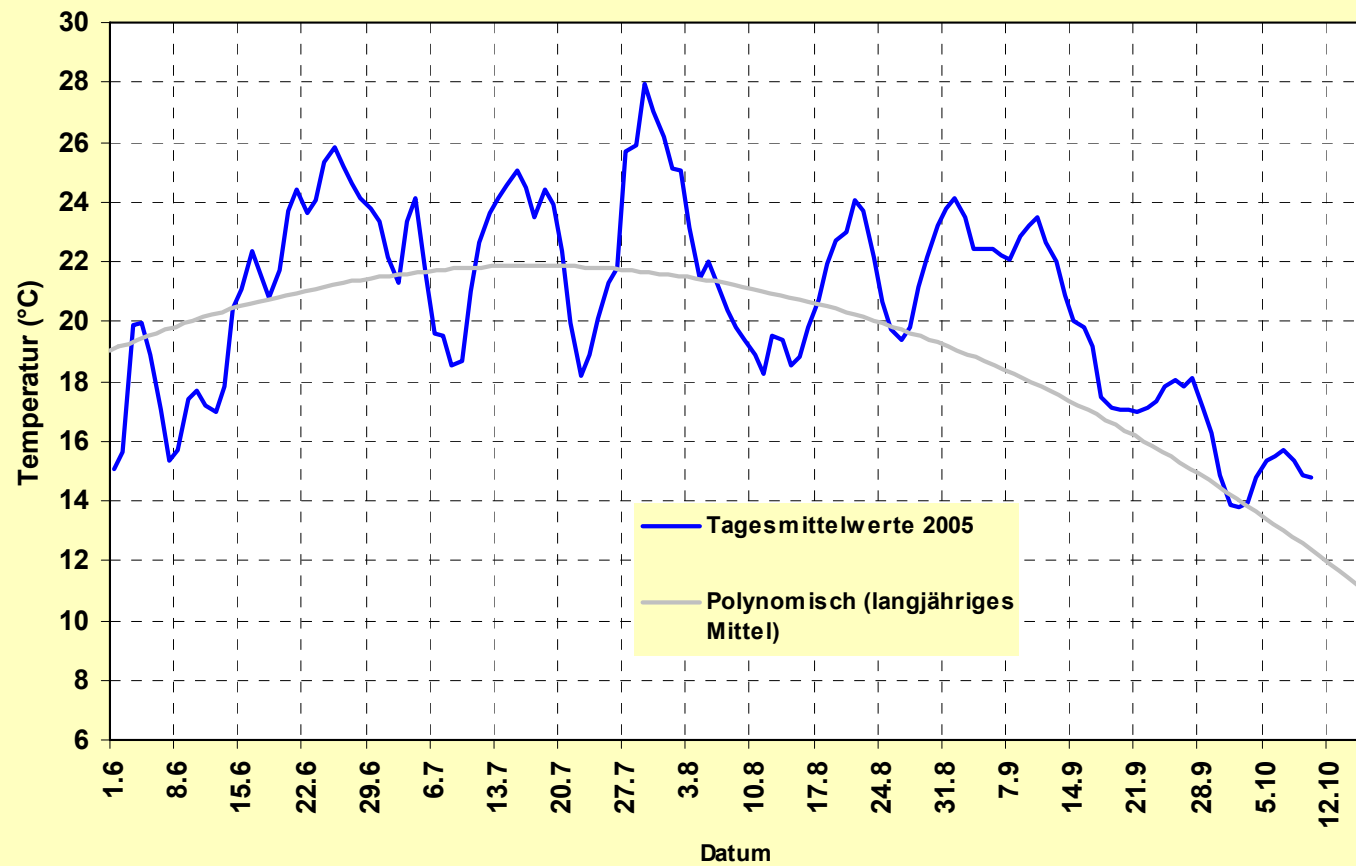


Abbildung 2-1: Teichwassertemperaturen in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2005 (Tagesmittelwerte)

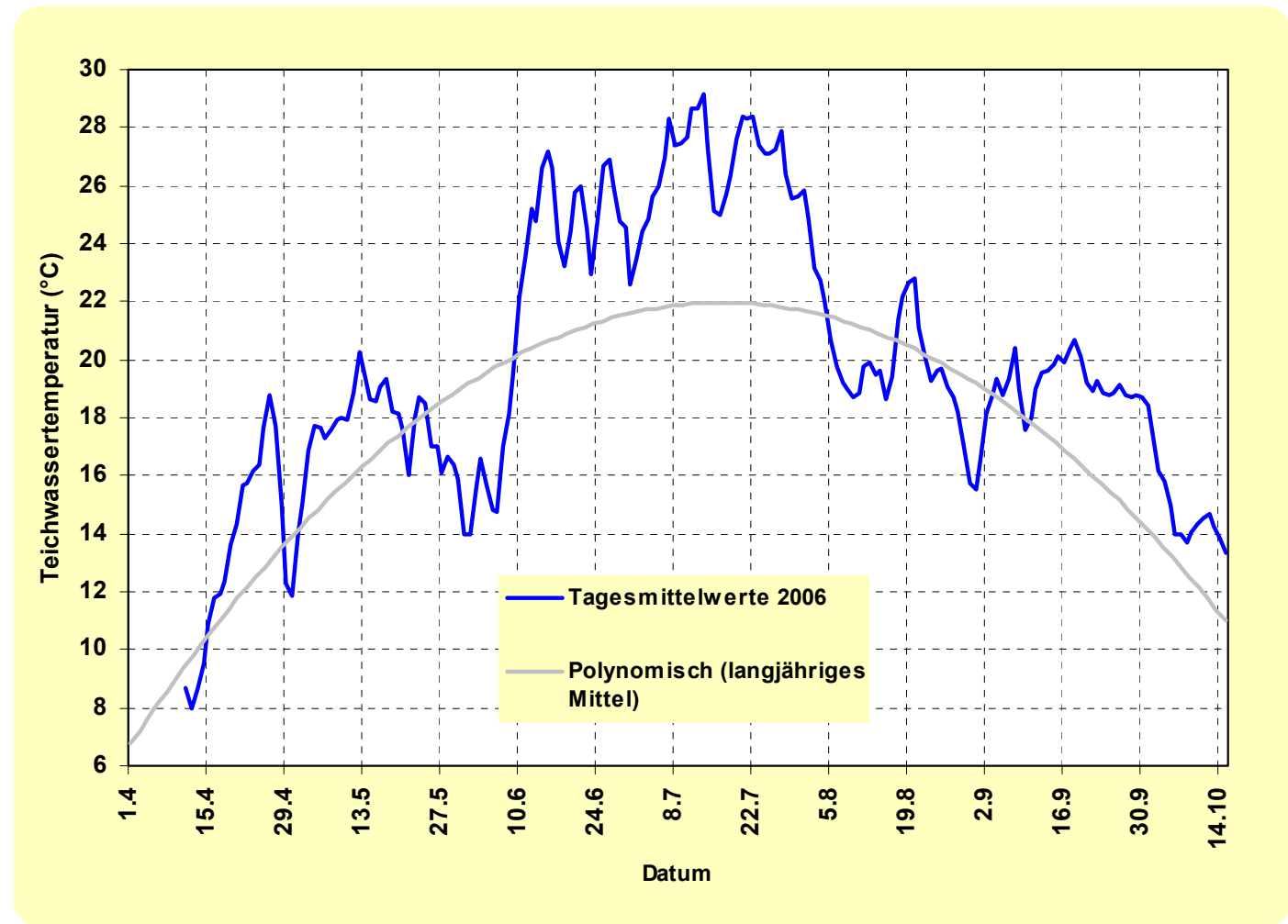


Abbildung 2-2: Teichwassertemperaturen in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2006 (Tagesmittelwerte)

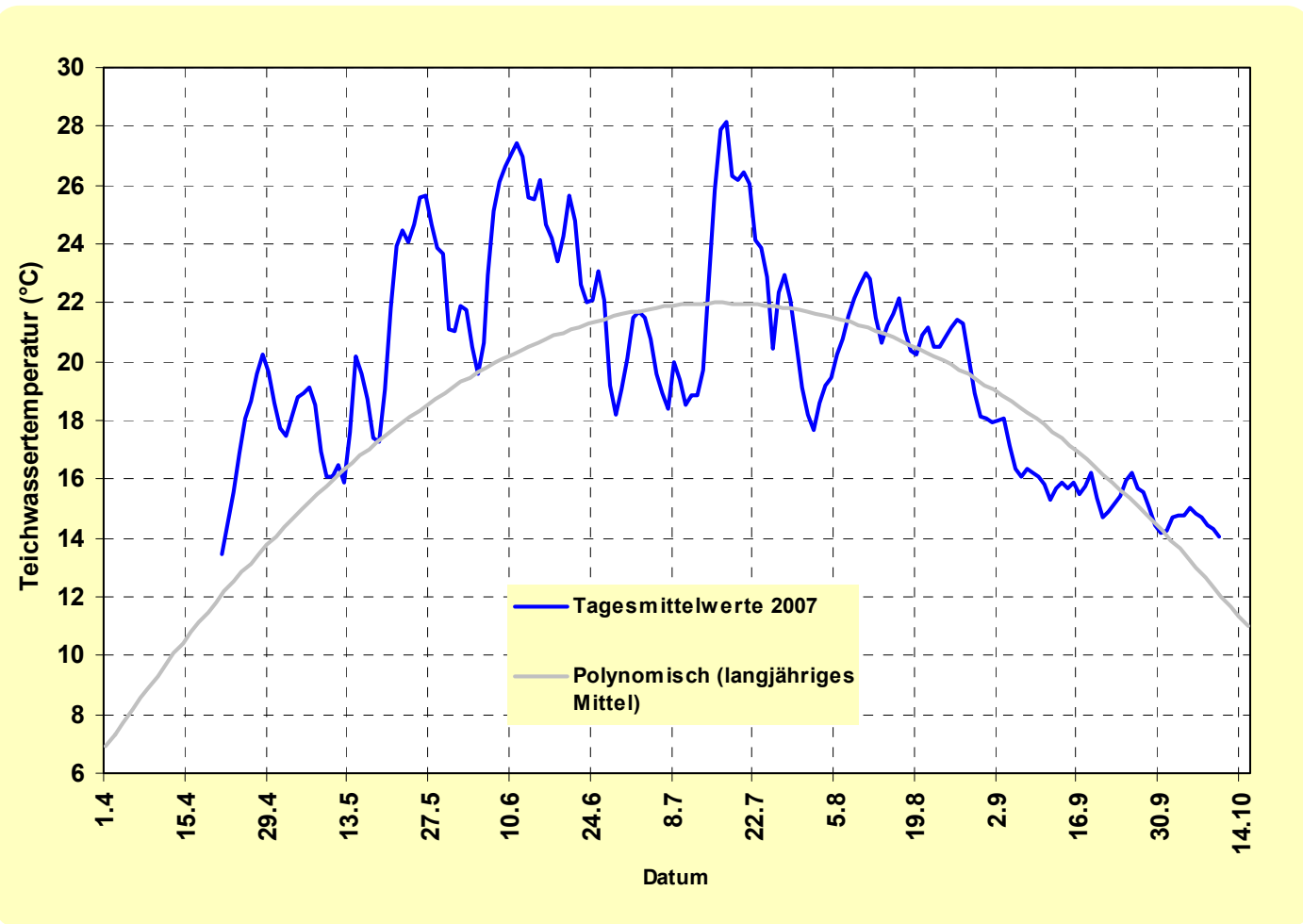


Abbildung 2-3: Teichwassertemperaturen in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2007 (Tagesmittelwerte)



**Tabelle 2-1: Monatsmittel Niederschlag in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2005**

<b>Monat</b>	<b>Langjähriges Mittel Königswartha (mm)</b>	<b>2005 (mm)</b>	<b>Niederschlagsmenge in % vom langjährigen Mittel</b>
Januar	42,5	60,4	142
Februar	36,1	57,1	158
März	39,9	28,3	71
April	44,9	19,2	43
Mai	58,5	68,1	116
Juni	67,6	46,5	69
Juli	65,6	113,6	173
August	64,5	29,4	46
September	50,3	56,3	112
Oktober	39,3	15,5	39
November	47	27,4	58
Dezember	53,2	69,8	131
<b>Jahr</b>	<b>609,3</b>	<b>591,6</b>	<b>97</b>

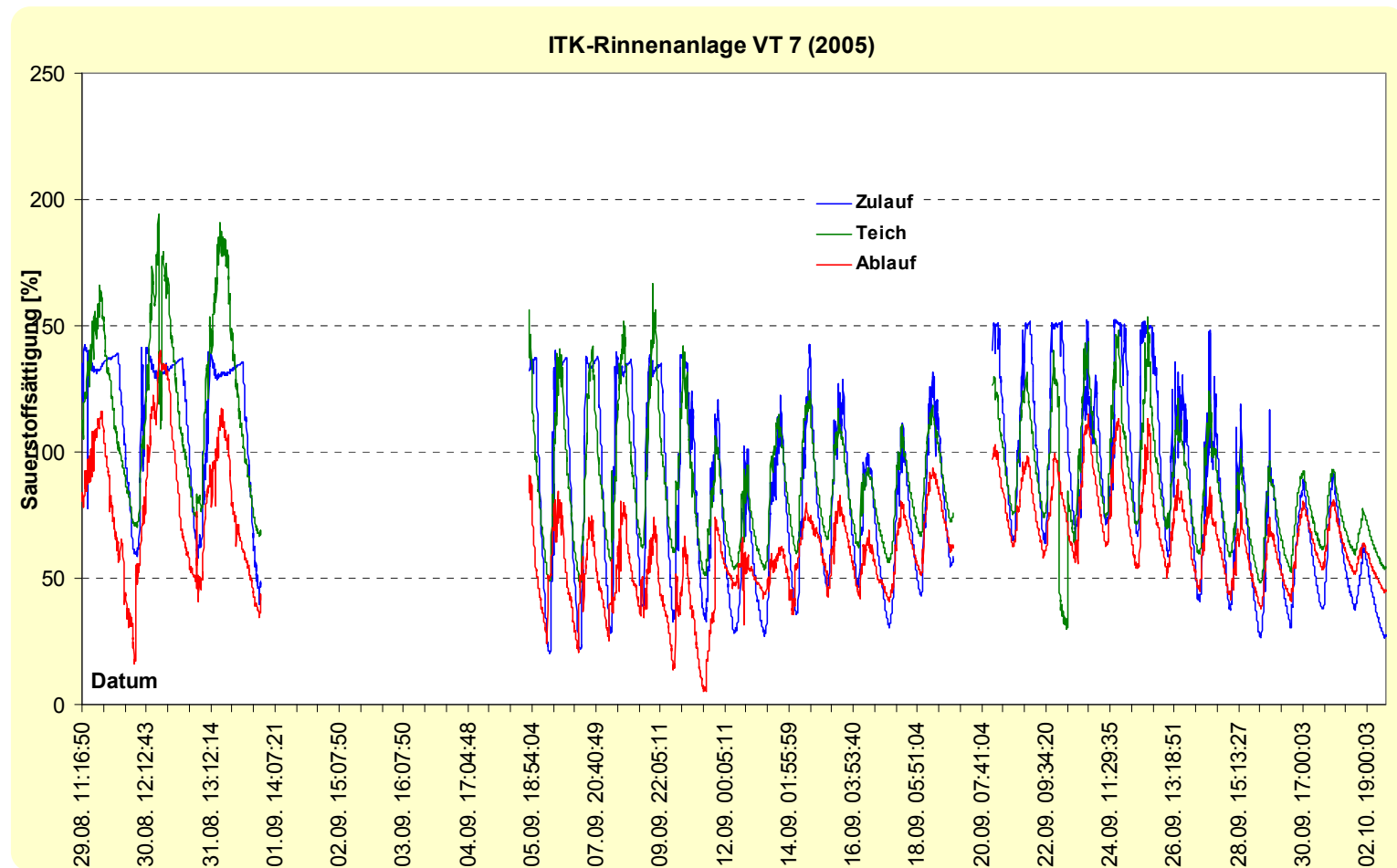
**Tabelle 2-2: Monatsmittel Niederschlag in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2006**

<b>Monat</b>	<b>Langjähriges Mittel Königswartha (mm)</b>	<b>2006 (mm)</b>	<b>Niederschlagsmenge in % vom langjährigen Mittel</b>
Januar	41,90	23,90	57
Februar	35,90	41,90	117
März	39,97	65,60	164
April	44,61	32,60	73
Mai	58,13	43,10	74
Juni	67,20	49,50	74
Juli	64,21	8,30	13
August	64,29	86,00	134
September	49,25	5,90	12
Oktober	39,25	46,40	118
November	46,71	48,30	103
Dezember	52,41	25,90	49
<b>Jahr</b>	<b>603,8</b>	<b>477,4</b>	<b>79</b>

**Tabelle 2-3: Monatsmittel Niederschlag in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha 2007**

<b>Monat</b>	<b>Langjähriges Mittel Königswartha (mm)</b>	<b>2007 (mm)</b>	<b>Niederschlagsmenge in % vom langjährigen Mittel</b>
Januar	43,30	75,2	174
Februar	36,56	50,4	138
März	40,54	43,6	108
April	43,58	0	0
Mai	58,62	79,2	135
Juni	67,36	74,1	110
Juli	64,68	84,2	130
August	64,40	36,8	57
September	50,00	81,5	163
Oktober	38,99	19,3	49
November	47,72	77,5	162
Dezember	52,16	37,4	72
<b>Jahr</b>	<b>607,9</b>	<b>659,2</b>	<b>108,4</b>

### **Anlage 3 - Messwerte wichtiger Wasserparameter für die Versuchsjahre 2005 bis 2007**



**Abbildung 3-1: Sauerstoffgang im Versuchsteich Nr. 7 und am Zu- bzw. Ablauf einer der beiden Versuchsrinnen der ITK (Sättigungswerte). 10-Minuten-Masswerte der kontinuierlich messenden Station IKS. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006**

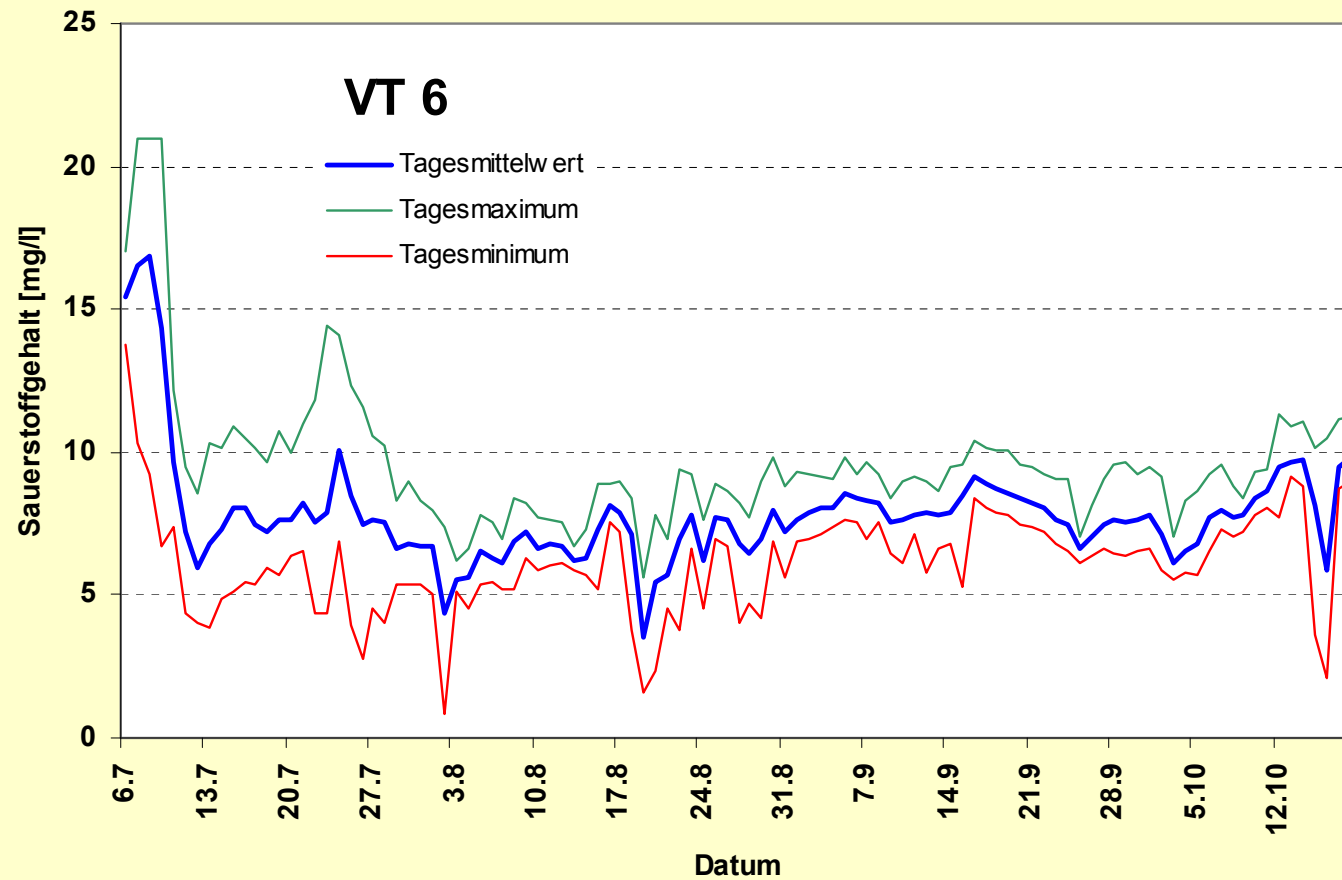


Abbildung 3-2: Sauerstoffgehalte im Teichkompartiment des VT 6. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlicher Messung mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006

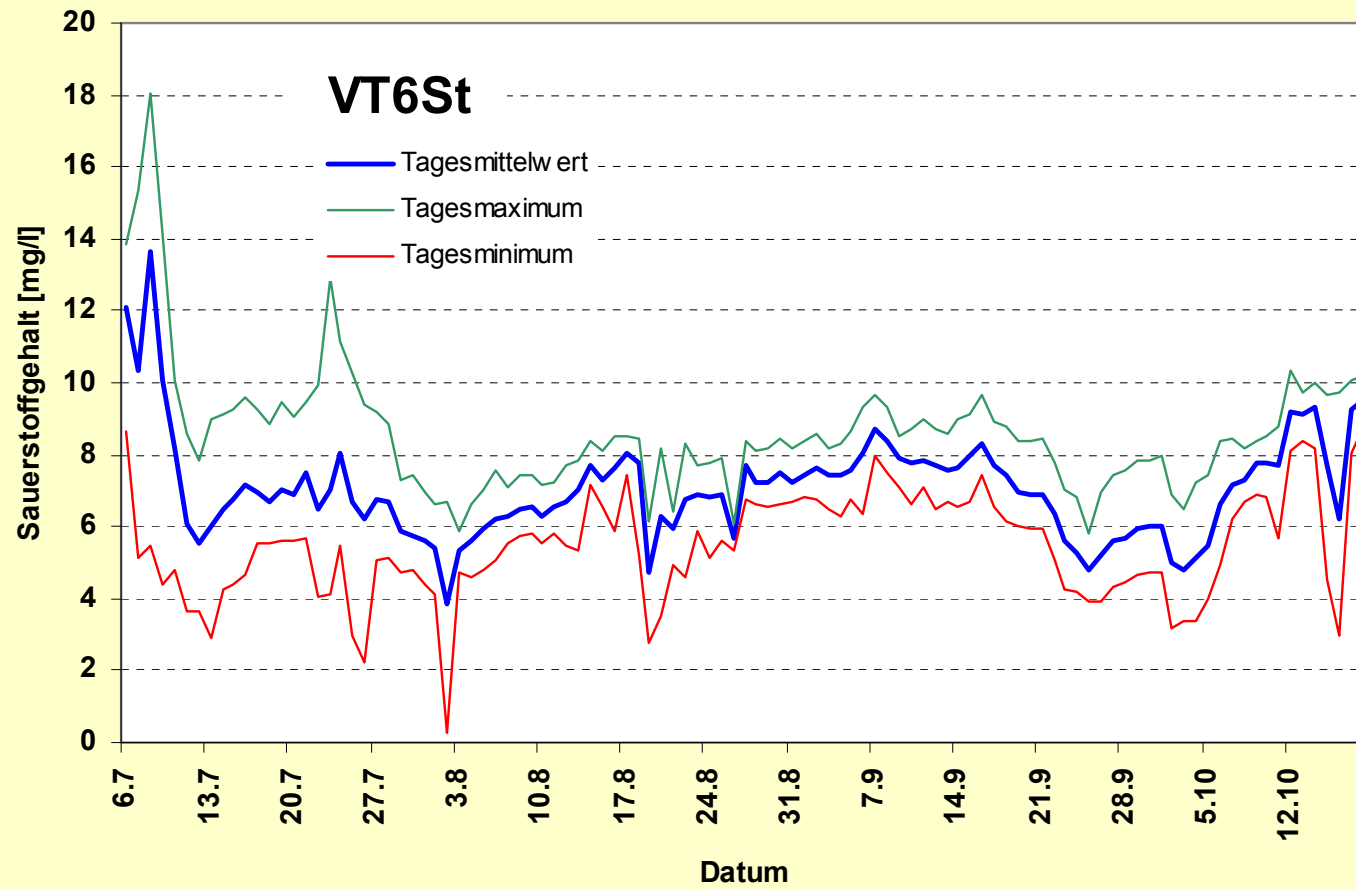


Abbildung 3-3: Sauerstoffgehalte im Gehege TV6St im VT 6. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlicher Messung mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006

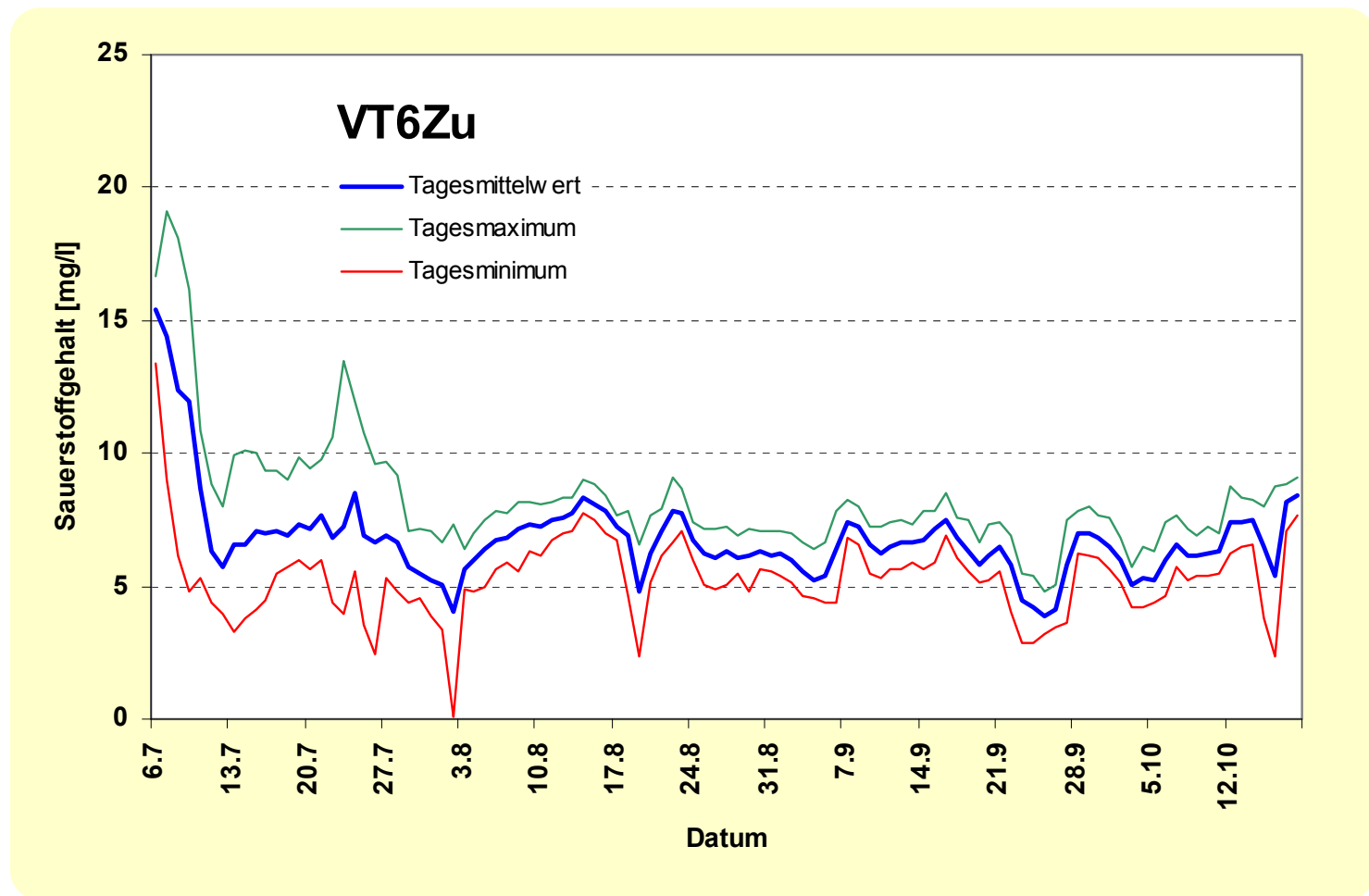


Abbildung 3-4: Sauerstoffgehalte im Gehege TV6Zu im VT 6. Tagesmittelwerte und absolute Tagesminima bzw. -maxima. Werte aus kontinuierlicher Messung mit LDO-Sonden. Versuche zur Aufzucht kormoransicherer K<sub>1</sub> Königswartha 2006

Die Lehr- und Versuchsteichanlage erhält ihr Speisewasser aus dem Hoyerswerdaer Schwarzwasser. Die Entnahme aus dem Schwarzwasser erfolgt am Hammermühlwehr Königswartha. Das Wasser wird über einen etwa 2 km langen Zuleiter an die Versuchsteiche herangeführt. Die Wasserproben für die im Folgenden aufgelisteten Analysenwerte wurden am Teilungwehr am Biwatschteich in Entenschänke oberhalb der VTA entnommen. Von dieser Stelle läuft das Zuflusswasser unbeeinflusst in die VTA.

**Tabelle 3-1: Wichtige wasserchemische Parameter des Zulaufwassers zur Versuchsteichanlage Königswartha. Werte des Jahres 2005.**

Datum		13.01.	02.03.	12.05.	22.6.	21.07.	18.08.	14.09.	17.11.	15.12.
Temperatur	°C	5,0	0,7	10,0	18,6	16,3	15,0	15,2	4,9	4,3
pH-Wert		7,23	7,31	7,34	7,26	7,28	7,07	7,23	7,20	7,23
Alkalinität	mval/l	1,12	1,50	1,25	1,35	1,60	1,20	1,35	1,40	1,35
spez. Leitfähigkeit	µS	592	646	582	597	533	585	551	630	583
Sauerstoff	mg/l	10,9	12,5	9,5	6,0	6,5	6,5	7,4	10,2	12,5
CSB	mg/l	10,0								
BSB <sub>5</sub>	mg/l	2,7	2,4	4,7	3,2	2,4	1,4	2,3		2,1
TOC (als C)	mg/l	3,7	4,3	4,7	4,5	3,0	2,1	4,4	3,2	2,7
Nitrat (NO <sup>3-</sup> )	mg/l	28,2	27,3	20,7	20,7	15,8	21,1	18,0	15,0	25,1
Nitrit (NO <sup>2-</sup> )	mg/l	0,162	0,083	0,287	0,294	0,244	0,059	0,092	0,099	0,182
Ammonium (NH <sup>4+</sup> )	mg/l	0,56	1,05	0,63	0,31	0,41	0,26	0,19	0,54	0,36
Gesamt-N (anorg.)	mg/l	6,87	7,04	5,28	5,03	3,99	5,02	4,28	3,85	6,04
Orthophosphat (o-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l	0,08	0,10	0,12	0,39	0,36	0,30	0,50	0,13	0,26
Gesamtphosphat (als P)	mg/l	0,07	0,10	0,12	0,15	0,16	0,13	0,16	0,09	0,11
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	112	124	112	140	120	124	128	144	156
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	40,4	71,2	42,0	37,6	55,6	74,4	42,0	80,0	45,6
Gesamteisen (Fe)	mg/l	0,52	0,84	0,82	0,36	0,38	0,44	0,30	0,05	0,36
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	70,4	66,4	63,2	64,8	56,8	63,2	58,4	71,2	71,2
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	10,2	10,2	13,1	9,5	3,0	10,2	10,0	13,8	15,2
Gesamt-Härte	°dH	12,2	11,6	11,8	11,3	8,6	11,2	10,5	13,1	13,4



**Tabelle 3-2: Wichtige wasserchemische Parameter des Zulaufwassers zur Versuchsteichanlage Königswartha. Werte des Jahres 2006.**

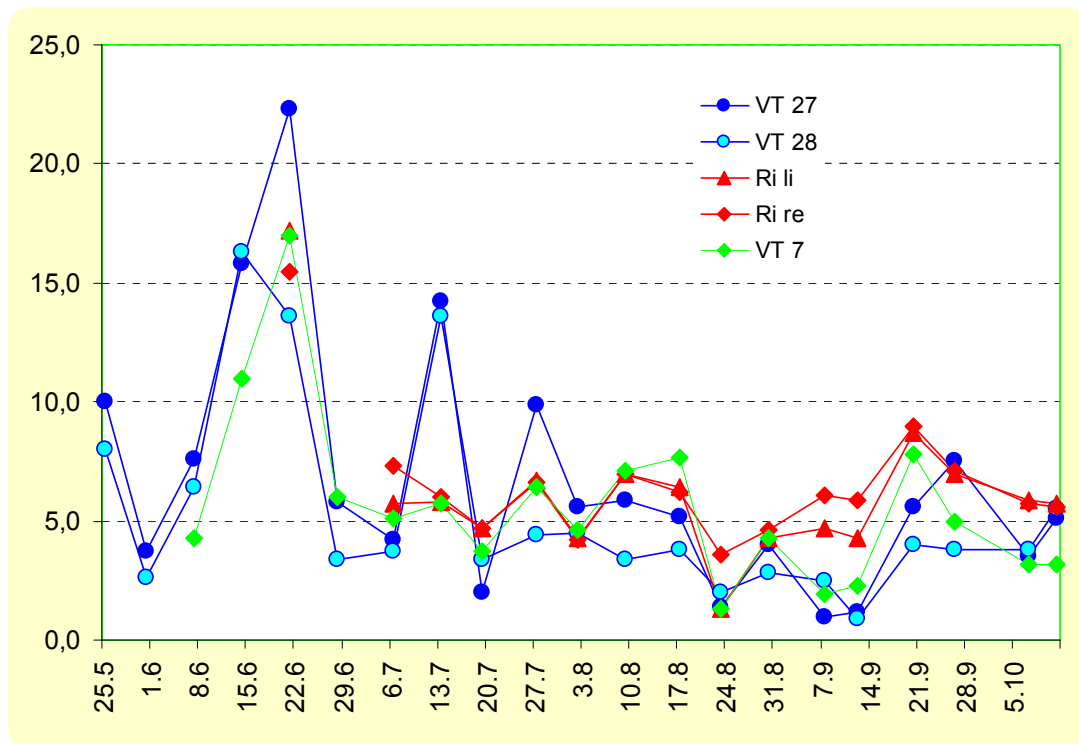
Datum		25.01.	22.03.	20.04.	17.05.	12.07.	24.08.	13.12.
Temperatur	°C	-0,3	1,1	11,1	15,3	21,6	15,2	4,4
pH-Wert		7,26	7,06	7,21	7,29	7,26	7,24	7,60
Alkalinität	mval/l	1,35	0,75	1,2	1,45	1,65	1,55	1,25
spez. Leitfähigkeit	µS	669	375	554	584	565	579	588
Sauerstoff	mg/l	13,4	13,4	9,4	6,6	4,3	5,9	9,9
BSB <sub>5</sub>	mg/l	2,5	8,7	6,9	4,1	2,9	2,0	2,3
TOC (als C)	mg/l	4,2	9,9	6,6	7,6	5,0	5,2	3,0
Nitrat (NO <sup>3-</sup> )	mg/l	33,0	16,7	19,8	21,1	15,4	17,2	21,6
Nitrit (NO <sup>2-</sup> )	mg/l	0,125	0,112	0,152	0,449	0,320	0,152	0,139
Ammonium (NH <sup>4+</sup> )	mg/l	1,02	2,22	0,245	0,39	0,18	0,15	0,35
Gesamt-N (anorg.)	mg/l	8,33	5,55	5,15	5,24	3,74	4,07	5,21
Orthophosphat (o-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l	0,16	0,30	0,09	0,17	0,26	0,36	0,26
Gesamtposphat (als P)	mg/l	0,12	0,35	0,14	0,17	0,12	0,14	0,10
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	160	76	132	144	140	144	160
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	50,8	42,4	45,6	35,2	46,4	49,2	50,5
Gesamteisen (Fe)	mg/l	0,04	0,39	0,07	0,54	0,88	0,42	0,44
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	69,6	23,2	62,8	64,0	68,0	66,4	79,2
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	14,3	13,6	8,2	18,4	21,8	25,5	17,0
Gesamt-Härte	°dH	13,0	6,4	10,6	11,4	12,6	13,3	15,0

**Tabelle 3-3: Wichtige wasserchemische Parameter des Zulaufwassers zur Versuchsteichanlage Königswartha. Werte des Jahres 2007.**

		17.01.	14.02.	15.03.	12.04.	10.05.	13.06.	11.07.	09.08.	20.09.	29.11.
Temperatur	°C	3,9	5,4	7,4	9,4	12,7	19,7	13,9	18,8	10,2	1
pH-Wert		7,37	7,45	7,41	7,43	7,48	7,03	7,23	7,05	7,40	7,16
Alkalinität	mval/l	1,25	1,05	1,25	1,40	1,35	1,50	1,50	1,45	1,60	1,3
spez. Leitfähigkeit	µS	588	606	545	557	542	509	532	530	554	572
Sauerstoff	mg/l	11,2	11,4	10,2	8,8	9,8	4,0	7,7	4,6	8,2	11,7
BSB <sub>5</sub>	mg/l	2,0	1,8	4,4	4,4	5,4	1,8	1,2	2,2	1,6	1,4
TOC (als C)	mg/l	3,5	5,6	3,3	3,9	4,3	4,7	2,4	5,8	8,6	3,35
Nitrat (NO <sup>3-</sup> )	mg/l	38,5	39,7	34,9	31,3	23,7	20,3	17,7	13,2	19,4	30,7
Nitrit (NO <sup>2-</sup> )	mg/l	0,092	0,111	0,167	0,130	0,245	0,178	0,101	0,224	0,062	0,163
Ammonium (NH <sup>4+</sup> )	mg/l	0,28	0,45	0,26	0,16	0,35	0,37	0,11	0,34	0,27	0,6
Gesamt-N (anorg.)	mg/l	8,95	9,38	8,13	7,15	5,75	4,94	4,12	3,33	4,63	7,85
Orthophosphat (o-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l	0,02	0,21	0,16	0,17	0,35	0,39	0,41	0,47	0,41	0,15
Gesamtphosphat (als P)	mg/l	0,15	0,12	0,24	0,55	0,48	0,74	0,56	0,61	0,51	0,38
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	145	140	135	115	110	145	130	130	120	115
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	47,5	57,0	40,5	35,0	43,0	41,5	39,5	72,5	49,5	48
Gesamteisen (Fe)	mg/l	0,44	0,64	0,72	0,98	1,20	1,32	0,50	0,52	0,50	0,88
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	68,0	64,0	78,4	81,6	64,8	61,6	72,0	64,8	80,8	76
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	37,8	17,0	1,5	7,3	14,0	4,8	7,3	13,6	8,7	13,6
Gesamt-Härte	°dH	16,3	12,8	11,3	13,1	12,3	9,7	11,7	12,0	13,3	13,7

**Tabelle 3-4: Sauerstoffmessungen (Handmessungen in der ITK VT 7) und in Teichen mit K<sub>1</sub>-Erzeugung im Versuchsjahr 2005.**

Datum	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
	Teichaufzucht		ITK		
25. 05	10,0	8,0			
31. 05	3,7	2,6			
07. 06	7,6	6,4			4,3
14. 06	15,8	16,3			11,0
21. 06	22,3	13,6	17,2	15,5	17,0
28. 06	5,8	3,4			6,0
06. 07	4,2	3,7	5,7	7,3	5,1
13. 07	14,2	13,6	5,8	6,0	5,7
19. 07	2,0	3,4	4,7	4,7	3,7
27. 07	9,9	4,4	6,7	6,6	6,4
02. 08	5,6	4,5	4,3	4,2	4,6
09. 08	5,9	3,4	7,0	7,0	7,10
17. 08	5,2	3,8	6,4	6,2	7,7
23. 08	1,4	2,0	1,3	3,6	1,3
30. 08	4,0	2,8	4,3	4,6	4,3
07. 09	1,0	2,5	4,7	6,1	1,9
12. 09	1,2	0,9	4,3	5,9	2,3
20. 09	5,6	4,0	8,7	9,0	7,8
26. 09	7,5	3,8	7,0	7,1	5,0
07. 10	3,5	3,8	5,9	5,7	3,2
11. 10	5,1	5,5	5,7	5,6	3,2



**Abbildung 3-5: Sauerstoffwerte (Handmessungen) in den Teichen zur K<sub>1</sub>-Aufzucht und im VT 7 mit der In-Teich-Kreislaufanlage. Versuche Königswartha 2005**

**Tabelle 3-5: Wasseranalytik: pH-Wert. K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
25. 05	8,14	7,50			
31. 05	7,23	7,20			
07. 06	7,50	7,35			6,99
14. 06	8,88	9,38			7,80
21. 06	9,28	7,87	8,57	8,26	8,68
28. 06	8,30	6,93	-	-	7,04
06. 07	7,15	7,22	7,13	7,22	-
13. 07	8,82	8,71	7,18	7,25	6,99
19. 07	6,98	7,21	7,18	7,14	7,05
27. 07	7,76	7,36	7,47	7,49	7,16
02. 08	7,21	7,12	7,45	7,39	7,56
09. 08	7,21	7,23	7,85	7,81	7,95
17. 08	7,20	7,21	7,40	7,40	7,80
23. 08	7,12	7,16	7,24	7,28	7,24
30. 08	7,14	7,10	7,41	7,38	7,52
07. 09	7,03	7,09	7,32	7,31	7,12
12. 09	6,93	6,98	7,31	7,28	7,19
20. 09	7,41	7,27	7,48	7,50	7,40
26. 09	7,54	7,24	7,55	7,52	7,47
07. 10			7,25	7,27	7,08
11. 10	7,46	4,42	7,12	7,13	7,18

**Tabelle 3-6: Wasseranalytik: Orthophosphat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	0,18	0,26			
14. 06	0,04	0,04			0,01
28. 06	0,02	0,05			0,08
13. 07	0,08	0,02	0,11	0,10	0,10
27. 07	0,14	0,09	0,06	0,05	0,05
09. 08	0,10	0,16	0,16	0,16	0,18
23. 08	0,17	0,08	0,14	0,15	0,12
07. 09	0,51	0,15	0,17	0,22	0,21
20. 09	0,00	0,08	0,01	0,01	0,03

**Tabelle 3-7: Wasseranalytik: Gesamtstickstoff anorganisch (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	0,64	1,12			
14. 06	1,68	2,66			0,86
28. 06	1,35	1,28			2,61
13. 07	2,16	2,76	2,29	2,33	2,05
27. 07	2,30	1,90	2,44	2,05	1,82
09. 08	1,03	0,87	0,97	0,99	0,96
23. 08	0,84	0,97	1,93	1,87	1,69
07. 09	1,14	2,49	2,32	2,35	2,02
20. 09	1,49	1,57	2,28	2,19	2,22

**Tabelle 3-8: Wasseranalytik: Ammonium (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	0,30	0,79			
14. 06	0,32	0,33			0,21
28. 06	0,19	0,23			0,44
13. 07	0,28	0,13	1,11	1,16	0,93
27. 07	0,46	0,50	1,26	1,26	1,12
09. 08	0,27	0,34	0,35	0,37	0,34
23. 08	1,45	1,58	3,56	4,14	3,39
07. 09	0,43	0,40	1,48	1,51	1,35
20. 09	0,57	0,75	0,98	0,99	0,92

**Tabelle 3-9: Wasseranalytik: Nitrit (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	0,017	0,017			
14. 06	0,089	0,320			0,003
28. 06	0,010	0,013			0,228
13. 07	0,119	0,185	0,092	0,092	0,086
27. 07	0,122	0,036	0,185	0,205	0,155
09. 08	0,076	0,023	0,010	0,010	0,010
23. 08	0,030	0,023	0,076	0,086	0,073
07. 09	0,036	0,254	0,241	0,248	0,231
20. 09	0,158	0,310	0,389	0,403	0,376

**Tabelle 3-10: Wasseranalytik: Nitrat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	1,8	2,2			
14. 06	6,2	10,1	3,1		
28. 06	5,3	4,8	10,0		
13. 07	8,4	11,4	5,7	6,2	6,2
27. 07	8,4	6,6	4,0	6,2	4,8
09. 08	3,5	2,6	3,1	3,1	3,1
23. 08	2,2	2,6	4,0	4,8	4,0
07. 09	3,5	9,2	4,0	4,8	4,8
20. 09	4,4	4,0	6,2	6,2	5,7

**Tabelle 3-11: Wasseranalytik: Alkalinität (mval/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2005.**

	VT 27	VT 28	Ri li	Ri re	VT 7
Datum	Teichaufzucht		ITK		
31. 05	1,95	2,05			
14. 06	1,45	1,05			1,20
28. 06	1,15	1,50			1,15
13. 07	1,45	1,30	2,00	2,00	1,90
27. 07	1,40	1,70	2,05	2,15	2,20
09. 08	1,60	1,55	2,20	2,20	2,15
23. 08	1,65	1,50	2,15	2,15	2,20
07. 09	1,85	1,30	2,30	2,25	2,90
20. 09	1,85	2,05	2,25	2,25	2,25

**Tabelle 3-12: Sauerstoffmessungen (Handmessungen) in Teichen mit K<sub>1</sub>-Erzeugung und in den Teichkompartimenten der Teiche mit ITK. Versuche Königswartha 2006.**

Da- tum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Futter Zekra				K1-Teichaufzucht Futter Märka			
24.05.	10,8	10,0	10,5	10,1	10,2	11,2	8,7	8,8	10,3	5,8	10,1	8,7
31.05.	11,1	11,1	10,8	11,8	10,9	10,7	11,6	10,9	11,8	9,6	11,5	9,3
07.06.	8,4	9,3	10,7	10,7	12,0	8,0	10,2	8,9	8,1	9,0	11,2	7,8
12.06.	6,2	9,0	6,7	6,1	9,3	4,1	6,7	9,2	7,4	6,9	6,6	8,0
19.06.	4,4	10,7	5,9	4,4	5,6	3,3	6,2	6,8	5,0	6,1	7,2	7,5
26.06.	5,6	9,0	7,9	8,5	2,7	7,5	9,3	8,2	10,4	5,5	7,5	8,3
28.06.	4,3	7,2	7,4	5,9	4,3	6,1	7,5	6,7	7,5	7,2	10,8	7,6
05.07.	19,2	26,7	10,6	13,0	21,5	15,3	13,2	7,7	7,9	13,7	23,6	
10.07.	8,3	12,1	9,9	9,5	11,1	7,2	8,0	7,3	8,6	5,0	10,8	6,6
17.07.	8,9	12,9	10,0	11,8	10,1	9,7	9,7	9,6	10,0	6,8	10,1	7,6
26.07.	6,1	4,9	5,9	7,7	3,1	3,8	10,6	5,6	3,4	3,9	3,9	7,6
04.08.	7,3	2,8	5,7	3,4	5,9	5,8	4,2	5,3	2,8	8,8	4,2	4,2
08.08.	6,7		6,5	5,0	5,6	6,8		3,6	2,5		3,6	2,6
14.08.	4,0	4,1	2,9	6,0	5,7	3,8	5,7	2,4	1,7	3,0	3,0	2,1
17.08.	6,2	2,9	5,4	7,4	7,1	7,9	6,5	5,0	3,0	6,8	5,4	4,2
21.08.	9,9	5,6	8,2	9,6	2,8	10,6	6,3	4,7	4,5	4,6	3,0	6,0
28.08.	4,8	8,6	4,0	6,8	3,0	4,6	3,4	3,0	2,6	2,3	0,9	3,8
04.09.	9,5	8,2	6,3	10,4	8,3	7,5	5,2	3,4	3,0	2,1	3,1	3,9
11.09.	4,1	7,6	4,7	5,0	5,6	4,2	3,9	2,6	1,2	1,7	5,9	1,9
18.09.	3,3	1,7	2,6	3,0	3,4	1,9	2,4	1,6	1,1	1,3	2,3	1,5
25.09.	7,6	3,9	2,3	3,3	4,0	3,1	4,2	2,2	1,9	3,5	4,3	2,9
11.10.	3,0	3,9	1,6	2,0	5,3	1,4	2,1	2,3	1,5	4,3	2,3	0,8
Da- tum	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7							
	ITK											
24.05.	9,3	9,1			8,0							
31.05.	10,3	10,5			11,5							
07.06.	10,4				13,9							
12.06.					8,9							
19.06.					12,7							
26.06.			9,9	14,2	15,5							
28.06.			7,8	10,3	7,3							
05.07.	8,3	8,0	7,1	7,4	9,6							
10.07.			6,3	6,6	5,6							
17.07.	5,4	5,8	6,8	6,5	7,7							
26.07.			5,9	7,2	7,7							



04.08.	9,0	8,7	7,5	9,1	9,5
08.08.	9,6	8,9	7,1	9,2	9,6
14.08.	7,9	7,1	4,2	7,0	8,1
17.08.	10,4	9,4		9,9	
21.08.	8,9	6,8	9,0	10,4	8,6
28.08.	6,8	6,6	6,9	7,8	6,5
04.09.	6,6	6,1	6,7	7,4	6,3
11.09.	7,1	6,2	6,7	8,5	6,6
18.09.	3,3	2,3	4,2	4,9	1,3
25.09.	6,5	5,7	4,2	6,6	4,6
11.10.	6,4	5,5	4,0	6,6	5,5

**Tabelle 3-13: Wasseranalytik: pH-Wert. K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.**

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Futter Zekra				K1-Teichaufzucht Futter Märka			
24.05.	8,15	7,73	8,35	8,65	8,73	9,13	7,70	8,54	8,37	7,45	9,10	8,40
31.05.	8,41	7,79	7,59	8,49	10,54	9,24	7,90	10,54	9,12	7,43	8,56	8,22
07.06.	7,68	7,89	7,94	8,65	9,15	7,80	8,20	7,65	7,52	8,11	8,73	7,71
12.06.	7,21	8,35	7,23	7,20	8,75	7,09	7,55	7,44	7,24	7,45	7,61	7,54
19.06.	7,07	8,78	7,14	7,03	7,63	7,07	7,33	7,29	7,12	7,39	7,49	7,32
26.06.	7,21	8,61	7,29	7,48	7,44	7,34	7,92	7,25	7,54	7,29	7,91	7,25
05.07.	9,21	9,34	8,37	8,99	9,31	9,05	7,73	7,50	7,48	8,42	9,12	
10.07.	7,77	8,74	7,70	8,61	8,94	7,67	7,63	7,29	7,39	7,52	8,84	7,32
17.07.	7,87	9,01	8,80	8,97	8,35	8,36	7,92	7,56	7,89	7,85	8,51	7,33
26.07.	7,35	7,34	7,11	7,35	7,29	7,14	7,62	7,13	7,04	7,28	7,24	7,16
04.08.	7,30	9,10	7,28	7,28	7,46	7,19	8,97	7,25	7,09	8,92	8,43	7,17
08.08.	7,39		7,23	7,28	7,42	7,37		7,20	7,09		7,30	7,18
14.08.	7,30	7,19	7,21	7,39	7,50	7,42	7,34	7,21	7,11	7,40	7,33	7,22
17.08.	7,35	7,49	7,24	7,48	7,49	7,26	7,52	7,30	7,15	7,32	7,37	7,23
21.08.	7,46	7,33	7,35	7,41	7,42	7,39	7,35	7,24	7,26	7,35	7,18	7,29
28.08.	7,31	7,32	7,21	7,52	7,30	7,33	7,30	7,28	7,23	7,26	7,14	7,32
04.09.	7,46	7,42	7,17	7,61	7,52	7,38	7,30	7,28	7,15	7,22	7,27	7,32
11.09.	7,31	7,66	7,23	7,38	7,46	7,40	7,33	7,32	7,25	7,25	7,47	7,38
18.09.	7,22	7,,9	7,13	7,40	7,33	7,19	7,32	7,28	7,24	7,20	7,27	7,28
25.09.	7,67	7,42	7,20	7,37	7,19	7,27	7,47	7,37	7,31	7,36	7,45	7,33
11.10.	7,23	7,35	7,14	7,20	7,47	7,19	7,28	7,38	7,23	7,46	7,28	7,24
Datum	Ri li		Ri re		VT 6		VT 5		VT 7			
	ITK											
24.05.	7,91		7,84						7,69			
31.05.	9,80		9,80						9,2			
07.06.	10,31								10,3			
12.06.												
19.06.	9,45								9,92			
26.06.					7,64		8,90		10,27			
05.07.	9,63		9,62		7,41		7,90		9,66			
10.07.					7,49		7,86		9,11			
17.07.					7,56		7,58		9,25			
26.07.					7,33		7,41		8,75			
04.08.			8,27		7,58		7,44		8,73			
08.08.	7,97		7,85		7,50		7,48		8,25			
14.08.	9,20		9,10		7,34		7,59		9,28			
17.08.	8,69		8,55				7,54					

21.08.			7,59	7,52	9,32
28.08.			7,55	7,59	7,83
04.09.			7,52	7,55	7,50
11.09.			7,46	7,62	7,77
18.09.			7,25	7,36	7,08
25.09.			7,26	5,50	7,54
11.10.			7,24	6,60	7,64

**Tabelle 3-14: Wasseranalytik: Orthophosphat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006 .**

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.													0,02				0,02
10.05.													0,06	0,07			0,07
24.05.	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09	0,08	0,06	0,07	0,07	0,05	0,08	0,10	0,19	0,20			0,22
07.06.	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,04	0,01				0,01
19.06.																	0,10
05.07.	0,07	0,06	0,10	0,06	0,08	0,05	0,04	0,06	0,07	0,03	0,09		0,07	0,09	0,06	0,07	0,22
10.07.															0,17	0,08	0,34
17.07.	0,09	0,05	0,06	0,03	0,13	0,08	0,05	0,08	0,05	0,17	0,06	0,11			0,19	0,13	0,44
26.07.															0,35	0,15	0,32
04.08.	0,10	0,11	0,14	0,06	0,31	0,33	0,03	0,08	0,40	0,14	0,22	0,09			0,76	0,23	0,21
14.08.	0,70	0,19	0,08	0,15	0,16	0,15	0,26	0,13	0,20	0,06	0,05	0,18			0,34	0,14	0,33
21.08.															0,44	0,11	0,08
28.08.	0,26	0,10	0,06	0,42	0,09	0,06	0,19	0,48	0,17	0,29	0,63	0,16			0,45	0,06	0,77
04.09.															0,09	0,02	0,08
11.09.	0,03	0,12	0,10	0,14	0,03	0,03	0,04	0,52	0,24	0,18	0,43	0,27			0,19	0,05	0,20
18.09.															0,35	0,14	0,85
25.09.	0,06	0,06	0,08	0,05	0,07	0,21	0,05	0,95	0,10	0,07	0,10				0,26	0,10	0,77
02.10.															0,66	0,19	0,38

**Tabelle 3-15: Wasseranalytik: Gesamt-N (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.\***

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.																	4,28
10.05.																	4,68
24.05.	2,92	3,18	1,74	2,25	2,54	2,85	1,56	2,46	2,98	0,94	1,91	2,91	4,81				3,35
07.06.	1,26	2,25	1,54	2,09	1,86	1,52	1,04	1,45	1,26	1,27	1,73	1,79	4,59	4,69			1,63
19.06.																	1,12
05.07.	2,92	3,18	1,74	2,25	2,54	2,85	1,56	2,46	2,98	0,94	1,91	2,91	3,65	3,16	1,26	2,29	1,40
10.07.	1,26	2,25	1,54	2,09	1,86	1,52	1,04	1,45	1,26	1,27	1,73	1,79	1,63		1,20	1,65	0,95
17.07.	1,14	1,68	1,02	1,08	2,24	1,01	0,80	0,89	0,94	0,79	1,60		1,29	1,18	1,78	2,33	1,51
26.07.															2,67	3,19	2,04
04.08.	1,04	0,68	0,95	1,20	1,22	0,91	0,89	0,99	0,79	1,46	1,14	1,17			2,80	1,53	0,86
14.08.															4,17	3,31	1,49
21.08.	0,68	1,57	0,28	0,54	1,69	1,12	0,35	0,32	1,68	0,81	1,59	0,74			5,59	5,39	3,12
28.08.	1,02	3,01	1,09	1,18	1,25	1,20	1,07	1,24	2,16	1,89	1,71	1,23			4,87	2,80	2,33
04.09.															5,24	2,87	2,70
11.09.	1,32	2,65	1,33	1,29	1,15	1,52	1,21	1,53	2,07	2,09	2,37	1,37			2,80	2,92	2,07
18.09.															2,80	3,10	3,00
25.09.	1,48	4,46	1,07	1,27	1,90	1,36	2,28	1,53	2,27	2,39	1,62	1,47			2,24	3,06	3,37
02.10.															2,80	3,10	2,81

**Tabelle 3-16: Wasseranalytik: Ammonium (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.**

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.													0,21				0,18
10.05.													0,50	0,50			0,49
24.05.	0,19	0,15	0,25	0,23	0,21	0,21	0,17	0,26	0,23	0,18	0,17	0,26	0,32	0,36			0,32
07.06.	0,32	0,26	0,30	0,30	0,26	0,39	0,18	0,32	0,34	0,22	0,23	0,37	0,00				0,00
19.06.																	0,25
05.07.	0,43	0,28	0,28	0,23	0,58	0,61	0,26	0,25	0,59	0,25	0,30		0,34	0,32	0,45	0,75	0,35
10.07.															0,65	1,65	0,31
17.07.	0,31	0,23	0,19	0,26	0,28	0,27	0,25	0,26	0,25	0,34	0,18	0,22			0,98	0,83	0,35
26.07.															1,60	0,89	0,46
04.08.	0,36	0,64	0,23	0,44	0,50	0,54	0,45	0,28	0,88	0,53	0,63	0,44			2,89	0,59	0,50
14.08.	0,27	0,45	0,23	0,23	0,31	0,24	0,21	0,30	0,95	0,23	0,39	0,41			3,23	0,32	0,27
21.08.															2,37	0,34	0,40
28.08.	0,28	0,37	0,30	0,25	0,31	0,28	0,27	0,30	0,58	0,57	1,35	0,34			1,79	0,37	0,77
04.09.															1,03	0,48	0,74
11.09.	0,23	0,17	0,22	0,35	0,35	0,21	1,39	0,43	0,65	0,45	0,17	0,32			0,39	0,31	0,27
18.09.															0,53	0,37	1,70
25.09.	0,35	0,44	0,34	0,35	0,40	0,46	0,30	0,70	0,46	0,32	0,36				0,46	0,37	2,10
02.10.															0,34	0,22	0,85

**Tabelle 3-17: Wasseranalytik: Nitrit (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.\***

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.													0,485				0,475
10.05.													0,327	0,330			0,337
24.05.	0,241	0,208	0,155	0,238	0,257	0,307	0,086	0,211	0,314	0,013	0,251	0,347	0,323	0,328			0,323
07.06.	0,020	0,172	0,033	0,198	0,208	0,056	0,003	0,007	0,010	0,003	0,168	0,007	0,086				0,096
19.06.																	0,099
05.07.	0,017	0,185	0,013	0,013	0,340	0,017	0,010	0,010	0,010	0,013	0,218		0,086	0,083	0,020	0,353	0,076
10.07.															0,010	0,221	0,017
17.07.	0,010	0,007	0,000	0,000	0,013	0,010	0,003	0,000	0,010	0,003	0,003	0,003			0,056	0,310	0,116
26.07.															0,010	0,647	0,277
04.08.	0,000	0,231	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000			0,188	0,561	0,221
14.08.	0,231	0,531	0,017	0,013	0,033	0,023	0,030	0,017	0,059	0,017	0,023	0,023			0,868	0,515	0,251
21.08.															2,063	0,419	0,317
28.08.	0,010	0,208	0,010	0,010	0,033	0,010	0,013	0,010	0,066	0,168	0,053	0,017			1,901	0,366	0,439
04.09.															4,420	0,317	0,432
11.09.	0,010	0,089	0,010	0,010	0,109	0,010	0,013	0,013	0,244	0,449	0,281	0,050				0,261	0,191
18.09.															0,640	0,347	0,234
25.09.	0,010	0,112	0,010	0,010	0,139	0,013	0,007	0,046	0,013	0,389	0,399				0,277	0,241	0,452
02.10.															0,366	0,403	0,505

**Tabelle 3-18: Wasseranalytik: Nitrat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.\***

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.													19,8				17,6
10.05.													18,0	18,5			18,5
24.05.	11,9	8,8	6,6	8,8	10,1	11,4	6,2	9,7	11,9	3,5	7,5	11,4	14,5	12,3			13,2
07.06.	4,4	8,8	5,7	7,9	7,0	5,3	4,0	5,3	4,4	4,8	6,6	6,6	7,0				7,0
19.06.																	4,0
05.07.	3,5	6,2	3,5	4,0	7,9	3,1	2,6	3,1	2,6	2,6	5,7		4,4	4,0	4,0	7,0	4,0
10.07.															3,1	5,3	3,1
17.07.	3,5	2,2	3,5	4,4	4,4	3,1	3,1	3,5	2,6	5,3	4,4	4,4			4,4	7,0	5,3
26.07.															6,2	10,1	7,0
04.08.	1,8	4,4	0,4	0,9	5,7	3,1	0,0	0,4	4,4	1,8	4,8	1,8			2,2	4,0	1,8
14.08.	3,5	11,0	4,0	4,4	4,4	4,4	4,0	4,4	6,2	7,5	6,2	4,0			6,2	12,8	5,3
21.08.															15,4	22,0	11,9
28.08.	4,8	10,1	4,8	4,8	4,0	5,7	4,4	5,7	7,0	7,0	5,7	4,8			1,8	10,6	7,0
04.09.															13,6	10,6	8,8
11.09.	5,7	5,7	4,0	4,4	7,0	5,3	5,3	5,3	7,5	8,4	6,2	5,3			11,0	11,4	7,9
18.09.															9,7	11,9	7,0
25.09.	2,6	4,8	2,2	3,1	4,0	3,1	2,6	2,6	3,5	5,7	4,0				7,9	11,9	7,0
02.10.															10,1	12,3	8,8



**Tab. 3-19: Wasseranalytik: Alkalinität (mval/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2006.\***

Datum	VT 9	VT 18	VT 22	VT 23	VT 8	VT 10	VT 19	VT 24	VT 11	VT 20	VT 21	VT 25	Ri li	Ri re	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht MF 25 % Rp				K1-Teichaufzucht MF 38 % Rp				ITK				
26.04.													1,20				1,20
10.05.													1,25	1,35			1,35
24.05.	1,35	1,20	1,40	1,30	1,40	1,45	1,50	1,45	1,45	1,60	1,50	1,65	1,65	1,25			1,75
07.06.	1,25	1,35	1,45	1,45	1,20	1,30	1,35	1,50	1,55	1,55	1,55	1,75	1,00				0,95
19.06.																	1,15
05.07.	1,30	1,25	1,15	1,20	1,40	1,50	1,45	2,20	1,30	1,35	1,35		1,40	1,45	1,85	1,90	1,45
10.07.															1,95	1,80	1,50
17.07.	1,75	1,40	1,95	1,60	1,90	1,30	1,40	1,45	1,45	2,05	2,00	1,10			2,00	1,75	1,90
26.07.															1,65	1,70	2,55
04.08.	1,80	1,75	1,15	1,90	2,50	1,75	1,85	1,55	1,50	1,95	2,50	1,40			1,20	1,20	1,80
14.08.	1,70	1,75	0,60	2,25	2,30	1,60	1,85	1,55	1,60	1,85	2,50	1,60			2,25	1,30	1,50
21.08.															2,75	1,20	0,95
28.08.	1,55	1,80	1,30	1,60	2,15	1,55	2,05	1,75	1,55	1,90	2,35	1,90			1,85	1,20	1,50
04.09.															1,45	1,50	1,65
11.09.	1,50	1,55	1,00	2,00	2,55	1,25	2,65	2,20	2,10	2,10	2,20	1,95			1,60	1,25	1,55
18.09.															1,55	1,05	2,35
25.09.															1,65	1,25	2,25
02.10.	1,70	1,75	1,55	1,40	2,15	1,70	2,10	2,40	1,90	1,80	2,15				1,50	1,10	2,10

**Tabelle 3-20: Sauerstoffmessungen (Handmessungen) in Teichen mit K<sub>1</sub>-Erzeugung und in den Teichkompartimenten der Teiche mit ITK. Versuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
12.04.									8,9	14,5	7,8
19.04.									7,9	6,5	13,3
25.04.									13,3	10,6	12,2
03.05.									4,9	4,9	1,7
09.05.									5,7	4,0	4,3
16.05.									4,7	5,8	7,9
22.05.	9,3	9,7	9,5	6,9	9,5	5,1	5,3	1,6	9,9	13,0	6,2
29.05.	3,2	3,1	2,8	2,5	5,1	2,9	3,6	2,3	6,5	6,4	4,3
05.06.	3,4	2,4	2,6	1,7	2,2	2,1	3,1	2,7	5,4	5,7	4,4
12.06.	3,6	6,1	6,0	5,1	7,7	6,2	5,3	5,9	7,6	7,6	7,4
19.06.	8,4	7,3	7,6	6,5	5,7	5,9	6,1	6,2	6,5	7,3	7,0
26.06.	9,6	8,3	9,2	8,7	5,6	6,7	6,2	5,5	9,7	8,9	9,9
03.07.	9,5	8,4	7,7	6,8	4,9	7,0	4,3	3,9	5,0	7,4	7,3
10.07.	7,3	7,9	6,9	6,6	4,5	6,6	4,1	3,8	7,7	7,2	1,9
17.07.	10,9	11,9	8,3	9,6	5,9	6,3	6,3	7,5	2,4	7,5	12,6
24.07.	5,6	6,4	4,6	6,3	4,0	4,3	2,8	3,9	4,1	7,1	5,6
31.07.	4,0	3,7	2,8	3,7	2,2	3,5	2,4	2,9	2,9	4,2	4,1
07.08.	9,8	8,3	5,4	6,4	6,4	7,5	4,6	4,7	6,4	8,5	7,3
14.08.	5,2	4,7	2,5	4,1	4,0	4,2	3,7	3,4	6,1	3,5	5,8
21.08.	5,2	3,7	3,1	4,3	4,0	5,4	4,0	3,8	5,4	5,8	5,1
27.08.	6,0	3,1	2,1	4,1	3,9	4,7	5,1	5,0	7,6	7,0	5,1
04.09.	7,6	2,8	1,6	2,4	1,9	2,7	2,6	3,1	8,0	6,5	4,1
10.09.	9,2	5,7	1,8	4,1	2,7	6,0	4,1	4,5	8,5	7,4	3,8
18.09.	1,2	4,5	6,1	5,6	7,0	9,2	5,1	5,4	8,2	8,3	6,1
24.09.	10,8	6,6	9,2	5,5	6,5	8,8	4,7	5,7	10,2	8,8	11,3
01.10.	9,6	3,7	7,8	4,2	2,3	5,7	3,8	4,6	7,3	5,3	8,4

**Tabelle 3-21: Wasseranalytik: pH-Wert. K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
12.04.									8,09	9,83	8,14
19.04.									7,73	7,68	9,39
25.04.									8,81	9,43	8,95
03.05.									7,36	7,91	7,23
09.05.									7,56	7,71	7,50
16.05.									7,39	7,72	7,77
22.05.	8,18	8,41	8,92	8,24	8,81	7,69	7,76	7,58	9,15	9,54	7,74
29.05.	7,56	7,53	7,59	7,44	7,64	7,35	7,52	7,48	8,07	8,79	7,69
05.06.	7,53	7,48	7,48	7,32	7,42	7,45	7,42	7,49	7,79	8,62	7,77
12.06.	7,14	7,22	7,23	7,10	7,44	7,26	7,36	7,27	8,49	8,48	8,73
19.06.	7,54	7,54	7,89	7,31	7,37	7,29	7,21	7,29	7,48	8,14	8,56
26.06.	8,05	7,39	7,75	7,44	7,27	7,28	7,34	7,17	7,87	7,83	8,41
03.07.	8,39	7,67	7,68	7,41	7,31	7,47	7,22	7,19	7,46	8,05	8,98
10.07.	7,44	7,42	7,44	7,35	7,18	7,32	7,14	7,22	7,53	7,58	7,29
17.07.	7,34	7,34	7,26	7,27	7,25	7,20	7,27	7,33	7,20	7,51	8,95
24.07.	7,27	7,37	7,16	7,24	7,19	7,20	7,08	7,13	7,38	8,18	8,12
31.07.	7,62	7,53	7,32	7,41	7,56	7,24	7,21	7,34	7,49	8,20	7,99
07.08.	7,35	7,37	7,12	7,21	7,35	7,58	7,27	7,14	7,51	8,06	7,87
14.08.	7,27	7,33	7,18	7,26	7,16	7,22	7,22	7,25	7,44	7,21	7,58
21.08.	7,26	7,24	7,15	7,19	7,19	7,27	7,21	7,15	7,39	7,43	7,50
27.08.	7,27	7,20	6,92	7,19	7,14	7,30	7,34	7,37	7,61	7,71	7,48
04.09.	7,43	7,26	7,05	7,21	7,11	7,15	7,17	7,13	7,64	7,45	7,34
10.09.	7,65	7,43	7,07	7,29	7,20	7,34	7,23	7,22	7,70	7,54	7,23
18.09.	7,67	7,31	7,38	7,36	7,41	7,85	7,31	7,30	7,60	7,72	7,35
24.09.	7,55	7,47	7,75	7,46	7,64	7,79	7,41	7,39	7,69	7,84	8,32
01.10.	7,43	7,11	7,34	7,09	7,13	7,35	7,17	7,12	7,49	7,39	7,69

**Tabelle 3-22: Wasseranalytik: Orthophosphat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									0,07	0,08	0,08
08.05.									0,39	0,46	0,43
22.05.	0,03	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06	0,07	0,11	0,05	0,07	0,10
05.06.	0,08	0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,05	0,06	0,12	0,12	0,16
19.06.	0,09	0,10	0,12	0,16	0,10	0,09	0,13	0,15	0,2	0,15	0,20
03.07.	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,08	0,10	0,07	0,05
17.07.	0,17	0,11	0,31	0,31	0,26	0,29	0,39	0,27	0,43	0,23	0,23
31.07.	0,16	0,12	0,25	0,21	0,16	0,08	0,17	0,26	0,28	0,10	0,14
14.08.	0,12	0,18	0,57	0,21	0,11	0,13	0,45	0,20	0,29	0,32	0,12
27.08.	0,11	0,21	0,89	0,18	0,13	0,16	0,36	0,08	0,18	0,10	0,08
10.09.	0,06	0,05	0,39	0,00	0,07	0,04	0,12	0,05	0,17	0,06	0,18
24.09.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,10	0,08	0,05	0,05	0,06

**Tabelle 3-23: Wasseranalytik: Gesamt-N (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									2,40	5,30	4,20
08.05.									1,30	3,50	2,30
22.05.	0,81	2,05	2,46	1,60	2,10	1,79	1,82	1,59	0,92	2,74	2,06
05.06.	3,20	2,00	2,10	1,90	2,10	2,10	2,10	1,60	1,60	3,50	2,20
19.06.	1,40	1,00	1,20	1,10	1,40	1,40	1,50	1,40	1,41	2,80	1,40
03.07.	2,18	1,40	1,39	1,92	2,00	1,82	2,16	1,83	1,36	3,42	1,97
17.07.	1,90	1,59	1,73	1,49	1,85	1,88	1,88	1,47	2,18	3,20	1,90
31.07.	1,14	0,97	1,09	1,11	1,37	0,93	1,22	1,21	3,00	2,43	1,71
14.08.	1,07	1,12	1,06	1,11	1,17	1,06	0,97	0,95	2,29	3,14	2,21
27.08.	3,060	2,07	2,16	1,84	2,33	2,81	2,41	2,24	3,16	5,10	2,90
10.09.	4,00	2,98	2,54	2,43	2,30	1,92	2,14	2,08	3,03	5,39	4,51
24.09.	3,03	2,57	1,97	3,22	1,80	1,61	1,60	2,66	3,89	4,02	3,08

**Tabelle 3-24: Wasseranalytik: Ammonium (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									0,29	0,3	0,30
08.05.									0,55	1,10	0,79
22.05.	0,40	0,50	0,50	0,50	0,30	0,50	0,50	0,60	0,40	0,03	0,60
05.06.	0,37	0,50	0,36	0,47	0,62	0,80	0,33	0,31	0,32	0,39	0,51
19.06.	0,15	0,16	0,18	0,21	0,25	0,23	0,25	0,19	0,13	0,25	0,19
03.07.	0,20	0,25	0,24	0,29	0,37	0,28	0,33	0,30	0,20	0,24	0,21
17.07.	0,49	0,52	0,67	0,50	0,33	0,34	0,34	0,33	0,84	0,53	0,37
31.07.	0,17	0,09	0,23	0,51	0,22	0,13	0,16	0,26	0,59	0,13	0,26
14.08.	0,47	0,41	0,46	0,51	0,22	0,20	0,22	0,19	0,48	1,24	0,50
27.08.	0,40	0,35	0,46	0,31	0,41	0,40	0,40	0,31	0,46	0,36	0,31
10.09.	0,21	0,44	0,53	0,53	0,25	0,14	0,18	0,21	0,23	0,80	1,70
24.09.	0,25	0,41	0,45	0,58	0,38	0,26	0,24	0,42	0,22	0,35	0,21

**Tabelle 3-25: Wasseranalytik: Nitrit (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									0,078	0,192	0,186
08.05.									0,030	0,125	0,088
22.05.	0,005	0,123	0,232	0,069	0,124	0,025	0,161	0,013	0,007	0,231	0,084
05.06.	0,262	0,052	0,052	0,018	0,030	0,840	0,049	0,190	0,021	0,131	0,048
19.06.	0,061	0,019	0,020	0,017	0,021	0,020	0,020	0,022	0,000	0,115	0,028
03.07.	0,080	0,017	0,014	0,015	0,030	0,013	0,017	0,017	0,017	0,085	0,016
17.07.	0,064	0,025	0,029	0,024	0,025	0,024	0,023	0,024	0,154	0,130	0,034
31.07.	0,036	0,008	0,016	0,019	0,014	0,082	0,013	0,013	1,130	0,091	0,044
14.08.	0,042	0,006	0,009	0,019	0,005	0,004	0,005	0,005	0,702	0,269	0,057
27.08.	0,22	0,013	0,013	0,010	0,030	0,013	0,013	0,013	0,340	0,409	0,106
10.09.	0,142	0,125	0,099	0,079	0,033	0,026	0,013	0,079	0,162	0,340	0,510
24.09.	0,097	0,147	0,077	0,224	0,030	0,021	0,022	0,144	0,076	0,178	0,346

**Tabelle 3-26: Wasseranalytik: Nitrat (mg/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									9,8	22,2	17,3
08.05.									4,1	11,4	7,2
22.05.	2,2	7,3	8,6	5,5	8,0	6,3	6,2	5,0	2,8	10,6	7,2
05.06.	12,2	7,3	8,0	6,5	7,0	6,8	8,0	5,7	7,9	13,8	7,9
19.06.	5,6	3,9	4,6	4,1	5,2	5,4	5,7	5,1	5,8	11,7	5,3
03.07.	8,8	5,5	5,4	7,3	7,6	7,0	8,3	7,0	5,5	14,1	7,8
17.07.	6,6	5,0	5,5	4,6	7,0	7,0	6,9	5,4	6,8	11,8	7,0
31.07.	4,4	3,8	4,0	3,1	5,2	3,4	4,8	4,5	9,9	10,1	6,9
14.08.	3,1	3,3	2,9	3,1	4,6	4,0	3,6	3,4	7,6	9,4	8,2
27.08.	12	7,9	7,9	7,0	8,8	11,0	9,2	8,8	11,9	20,8	11,3
10.09.	16,7	11,4	9,2	8,8	9,2	7,9	8,8	8,4	12,3	20,7	13,2
24.09.	12,5	9,6	7,0	12,1	6,5	6,3	6,3	10,3	16,2	16,2	12,5

**Tabelle 3-27: Wasseranalytik: Alkalinität (mval/l). K<sub>1</sub>- Aufzuchtversuche Königswartha 2007.\***

Datum	VT 8	VT 9	VT 10	VT 11	VT 22	VT 23	VT 24	VT 25	VT 6	VT 5	VT 7
	K1-Teichaufzucht GZF				K1-Teichaufzucht Mischfutter				ITK		
25.04.									1,6	1,6	1,50
08.05.									1,20	1,95	1,35
22.05.	1,80	1,75	1,75	1,80	1,60	1,50	1,85	2,20	1,30	1,60	1,55
05.06.	1,80	2,00	2,10	2,15	1,65	1,75	2,25	2,50	1,55	1,70	1,70
19.06.	1,95	1,15	1,15	1,20	1,10	1,45	1,55	1,30	1,35	1,30	1,35
03.07.	1,70	1,10	1,15	1,20	1,10	1,25	1,25	1,20	1,25	1,45	1,20
17.07.	1,8	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,6	1,5	1,7	1,4	1,20
31.07.	1,95	1,50	1,75	2,00	1,65	1,65	1,80	2,05	1,85	1,45	1,65
14.08.	1,90	2,00	2,15	2,00	1,90	1,70	2,30	2,30	1,90	1,60	1,65
27.08.	1,75	2,25	2,50	2,25	1,95	1,85	2,30	2,30	2,00	1,50	1,75
10.09.	1,55	1,90	2,45	2,45	2,15	1,90	1,95	2,40	1,55	1,55	1,95
24.09.	1,80	1,95	2,25	2,15	2,15	1,95	2,60	2,30	1,85	1,65	1,90

\* kursiv gedruckte Werte gehen nicht in die Mittelwertvergleiche ein.

#### Anlage 4 - Zooplanktonuntersuchung im Versuchsjahr 2007

**Tabelle 4-1: Größengruppenverteilung des Zooplanktons bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Auszählung von jeweils 300 Stück Zooplankter. Anzahl in der Tabelle in Stück. Versuche Königswartha 2007.**

Variante	Datum	17.4.	26.4.	3.5.	10.5.	15.5.	23.5.	31.5.	6.6.	13.6.	20.6.	27.6.	4.7.	11.7.	17.7.	24.7.	7.8.	21.8.	4.9.	19.9.
	Größe																			
VT 5 (ITK-G)	<500 µm	283	99	114	142	137	70	183	119	122	164	139	152	118	113	86	238	274	250	224
	500-900 µm	7	150	155	85	35	163	93	161	141	85	111	94	133	129	138	37	18	30	65
	>900 µm	10	51	31	73	128	67	24	20	37	51	50	54	49	58	76	25	8	20	11
VT 6 (ITK-G)	<500 µm	297	90	130	138	48	58	131	102	199	176	123	167	152	181	128	132	113	131	127
	500-900 µm	0	189	146	86	38	68	115	145	70	108	159	113	132	94	135	16	27	18	13
	>900 µm	3	21	24	76	214	174	54	53	31	16	18	20	16	25	37	2	10	1	10
VT 7 (ITK-R)	<500 µm	286	227	103	149	171	196	162	172	165	164	126	136	178	183	227	237	140	219	216
	500-900 µm	10	57	113	84	12	62	53	43	44	64	116	111	71	55	48	53	134	76	36
	>900 µm	4	16	84	67	117	42	85	85	91	72	58	53	51	62	25	10	26	5	47
VT 11 (MF)	<500 µm						189	26	146	25	70	89	125	160	116	231	64	110	147	170
	500-900 µm						71	110	109	86	80	75	125	109	140	54	116	131	98	85
	>900 µm						40	164	45	189	150	136	23	31	44	15	120	59	55	45

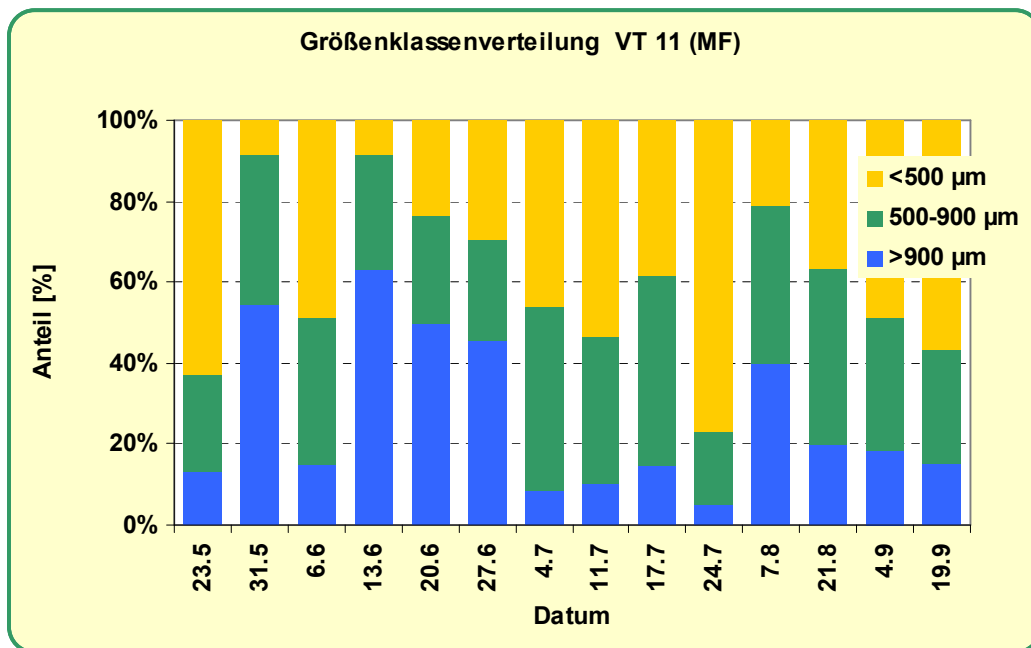


Abbildung 4-1: Größengruppenverteilung des Zooplanktons (Anteile in % der Gesamtstückzahl) in VT 11 (Mischfutterfütterung) im Verlauf der Aufzuchtssaison. Versuche Königswartha 2007

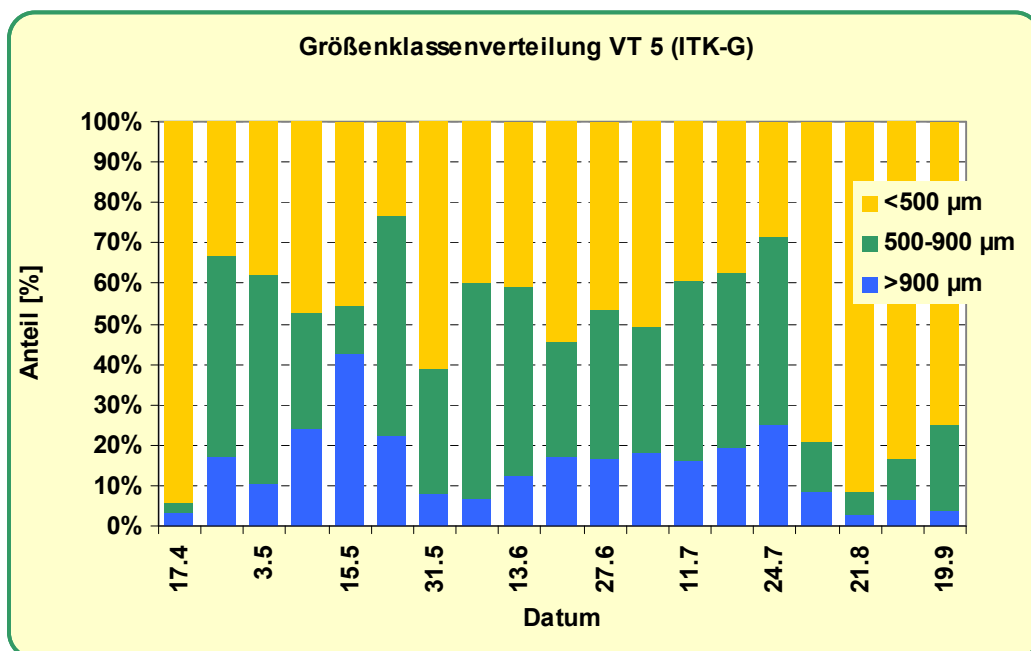


Abbildung 4-2: Größengruppenverteilung des Zooplanktons (Anteile in % der Gesamtstückzahl) in VT 5 (ITK-G) im Verlauf der Aufzuchtssaison. Versuche Königswartha 2007



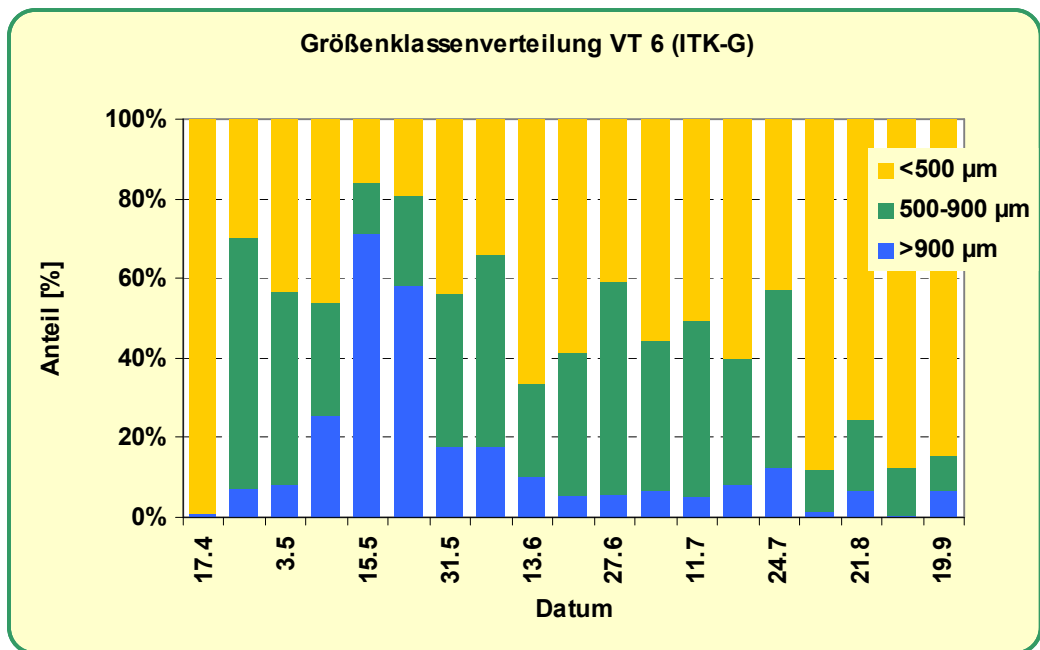


Abbildung 4-3: Größengruppenverteilung des Zooplanktons (Anteile in % der Gesamtstückzahl) in VT 6 (ITK-G) im Verlauf der Aufzuchtssaison. Versuche Königswartha 2007

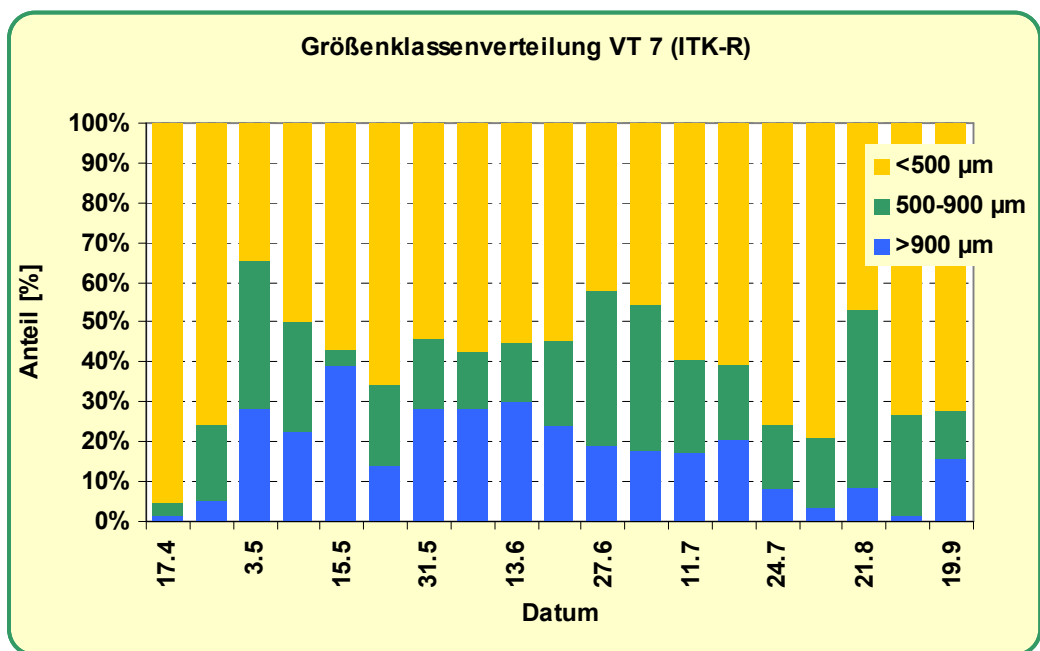


Abbildung 4-4: Größengruppenverteilung des Zooplanktons (Anteile in % der Gesamtstückzahl) in VT 7 (ITK-R) im Verlauf der Aufzuchtssaison. Versuche Königswartha 2007

**Tabelle 4-2: Zooplanktonabsetzvolumen und daraus errechnetes Planktonvolumen in Teichen bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Auszählung von jeweils 300 Stück Zooplankter. Anzahl in der Tabelle in Stück. Versuche Königswartha 2007.**

Datum	VT 5 (ITK-G)			VT 6 (ITK-G)			VT 7 (ITK-R)			VT 11 (MF)		
	Absetzvolumen [ml]	Planktonvolumen [ml/m <sup>2</sup> ]	[ml/l]	Absetzvolumen [ml]	Planktonvolumen [ml/m <sup>2</sup> ]	[ml/l]	Absetzvolumen [ml]	Planktonvolumen [ml/m <sup>2</sup> ]	[ml/l]	Absetzvolumen [ml]	Planktonvolumen [ml/m <sup>2</sup> ]	[ml/l]
10.4.	3,0	1,5	0,0094	1,0	0,5	0,0031	7,5	3,7	0,0234			
17.4.	15,0	7,5	0,0469	2,0	1,0	0,0063	4,0	2,0	0,0125			
26.4.	17,0	8,5	0,0531	11,0	5,5	0,0344	13,0	6,5	0,0406			
3.5.	41,5	20,6	0,1297	39,0	19,4	0,1219	28,5	14,2	0,0891			
10.5.	33,0	16,4	0,1031	12,0	6,0	0,0375	17,0	8,5	0,0531			
15.5.	16,0	8,0	0,0500	14,0	7,0	0,0438	19,0	9,4	0,0594			
23.5.	10,0	5,0	0,0313	15,0	7,5	0,0469	7,5	3,7	0,0234	8,0	4,0	0,0250
31.5.	28,0	13,9	0,0875	1,0	0,5	0,0031	23,0	11,4	0,0719	3,5	1,7	0,0109
6.6.	46,0	22,9	0,1438	3,0	1,5	0,0094	16,5	8,2	0,0516	3,0	1,5	0,0094
13.6.	30,0	14,9	0,0938	2,0	1,0	0,0063	20,0	9,9	0,0625	12,0	6,0	0,0375
20.6.	25,0	12,4	0,0781	1,0	0,5	0,0031	18,0	9,0	0,0563	14,0	7,0	0,0438
27.6.	20,0	9,9	0,0625	8,0	4,0	0,0250	20,0	9,9	0,0625	4,0	2,0	0,0125
4.7.	14,0	7,0	0,0438	2,0	1,0	0,0063	37,0	18,4	0,1156	7,0	3,5	0,0219
11.7.	20,0	9,9	0,0625	5,0	2,5	0,0156	28,0	13,9	0,0875	6,0	3,0	0,0188
17.7.	31,0	15,4	0,0969	7,0	3,5	0,0219	54,0	26,9	0,1688	10,0	5,0	0,0313
24.7.	37,0	18,4	0,1156	3,0	1,5	0,0094	18,0	9,0	0,0563	3,5	1,7	0,0109
7.8.	18,0	9,0	0,0563	9,0	4,5	0,0281	37,0	18,4	0,1156	10,0	5,0	0,0313
21.8.	41,0	20,4	0,1281	1,0	0,5	0,0031	55,0	27,4	0,1719	9,0	4,5	0,0281
4.9.	47,0	23,4	0,1469	1,0	0,5	0,0031	27,0	13,4	0,0844	13,0	6,5	0,0406
19.9.	18,0	9,0	0,0563	3,0	1,5	0,0094	10,0	5,0	0,0313	5,0	2,5	0,0156

**Tabelle 4-3: Artzusammensetzung des Zooplanktons in VT 11 (MF) bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Versuche Königswartha 2007.**

Datum	23.5	31.5	6.6	13.6	20.6	27.6	4.7	11.7	17.7	24.7	7.8	21.8	4.9	19.9
<i>Brachionus calyciflorus pala</i>	x						x			x			x	
<i>Brachionus calyciflorus amphiceros</i>							x	x		x	x			
<i>Brachionus leydigi tridentatus</i>														
<i>Brachionus quadridentatus</i>						x								
<i>Brachionus discorvensis homoceras</i>							x		x			x	x	
<i>Keratella quadrata</i>						x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Keratella cochlearis</i>	x													
<i>Asplanchna priodonta</i>	x		x					x			x	x	x	x
<i>Asplanchna brightwelli</i>									x					
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		x									x			x
<i>Daphnia longispina</i>	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Daphnia magna</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	
<i>Daphnia cucullata</i>														
<i>Daphnia pulex pulex</i>		x												
<i>Daphnia galeata</i>		x												
<i>Bosmina longirostris</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclops strenuus</i>				x										
<i>Cryptocyclops bicolor</i>						x	x	x	x	x				
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>														
<i>Nauplius Larven</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ostracoda</i>			x			x					x	x		x
<i>Polyphemus pediculus</i>			x		x			x	x	x				
<i>Pseudochydorus globosus</i>													x	x
<i>Megacyclops viridis</i>					x									
<i>Thermocyclops oithonoides</i>			x											
<i>Diaptomus castor</i>		x												
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	x	x	x	x	x					x				
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chaoborus pulmicornis</i>	x			x										x
<i>Monia brachiata</i>				x		x		x						
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>					x	x	x	x	x		x	x	x	
<i>Alona spec.</i>								x						x
<i>Hydrachnidae</i>											x	x		
<i>Scapholeberis mucronata</i>													x	x
<i>Filinia longiseta</i>														x
<i>Chydorus sphaericus</i>														x

**Tabelle 4-4: Artzusammensetzung des Zooplanktons in VT 5 (ITK-G) bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Versuche Königwartha 2007.**

Datum	10.4	17.4	26.4	3.5	10.5	15.5	23.5	31.5	6.6	13.6	20.6	27.6	4.7	11.7	17.7	24.7	7.8	21.8	4.9	19.9
<i>Brachionus calyciflorus pala</i>	x	x	x													x		x	x	
<i>Brachionus calyciflorus amphiceros</i>	x	x															x	x	x	x
<i>Brachionus quadridentatus</i>			x																	
<i>Brachionus discorvensis homoceras</i>																	x			
<i>Keratella quadrata</i>	x	x		x							x	x	x	x	x		x			
<i>Keratella cochlearis</i>	x		x																	
<i>Asplanchna priodonta</i>			x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Asplanchna brightwelli</i>															x	x			x	x
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>						x	x	x		x				x	x	x	x	x	x	x
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>								x	x		x	x	x			x				x
<i>Daphnia longispina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Daphnia magna</i>		x		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x				
<i>Daphnia pulex pulex</i>		x							x		x									
<i>Daphnia galeata</i>					x	x	x	x	x	x			x							
<i>Bosmina longirostris</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Filinia longiseta</i>		x																		
<i>Simocephalus vetulus</i>	x				x															
<i>Nauplius Larven</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	x	x		x					x											
<i>Cyclops strenuus</i>		x	x			x			x											
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cryptocyclops bicolor</i>								x									x	x		
<i>Megacyclops viridis</i>																	x			
<i>Diaptomus castor</i>					x								x							
<i>Eudiaptomus graciloides</i>								x		x		x		x	x					
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>											x	x	x	x		x		x		
<i>Polyphemus pediculus</i>			x	x	x		x	x				x		x						
<i>Ostracoda</i>			x			x	x	x	x		x		x			x				x
<i>Notholca squamula</i>			x																	
<i>Alona spec.</i>				x								x			x	x			x	
<i>Scapholeberis mucronata</i>						x										x		x		
<i>Pseudochydorus globosus</i>						x											x		x	x
<i>Leydigia acanthocercoides</i>															x					
<i>Diaphanosoma Brachyurum</i>																x				
<i>Chydorus sphaericus</i>																		x	x	x
<i>Hydrachnidae</i>																			x	x

**Tabelle 4-5: Artzusammensetzung des Zooplanktons in VT 6 (ITK-G) bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Versuche Königswartha 2007.**

Datum	10.4	17.4	26.4	3.5	10.5	15.5	23.5	31.5	6.6	13.6	20.6	27.6	4.7	11.7	17.7	24.7	7.8	21.8	4.9	19.9
<i>Brachionus calyciflorus pala</i>	x	x															x		x	
<i>Brachionus calyciflorus amphiceros</i>	x	x	x												x			x	x	
<i>Brachionus urceolaris</i>	x																			
<i>Keratella quadrata</i>	x	x	x																	
<i>Keratella cochlearis</i>	x		x	x										x						
<i>Asplanchna priodonta</i>			x	x				x	x		x	x	x	x		x			x	x
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>				x	x	x	x	x	x		x		x	x		x			x	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>							x	x	x	x										
<i>Daphnia longispina</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x
<i>Daphnia magna</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				
<i>Daphnia pulex</i>				x																
<i>Daphnia cucullata</i>				x	x															
<i>Daphnia galeata</i>					x	x	x	x												
<i>Bosmina longirostris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nauplius-Larven</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>															x					
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	x	x																		
<i>Canthocampus staphylinus</i>		x																		
<i>Cryptocyclops bicolor</i>		x									x	x		x		x			x	x
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		x		x		x		x		x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Cyclops strennus</i>			x			x														
<i>Megacyclops viridis</i>									x											
<i>Diaptomus castor</i>			x		x		x	x												
<i>Eudiaptomus graciloides</i>									x	x										
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>												x	x	x						
<i>Polyphemus pediculus</i>			x	x	x		x			x	x	x								
<i>Chaoborus pulmicornis</i>			x			x	x													
<i>Pseudochydorus globosus</i>				x	x									x	x			x	x	x
<i>Scapholeberis mucronata</i>					x															
<i>Ostracoda</i>								x	x	x	x					x	x		x	
<i>Alona spec.</i>								x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Alona quadrangularis</i>										x										
<i>Alonella exigua</i>																x				
<i>Hydrachnidia</i>								x	x					x					x	x
<i>Eurycerus lamellatus</i>										x						x				x
<i>Chydorus spaerius</i>											x						x			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>													x					x		

**Tabelle 4-6: Artzusammensetzung des Zooplanktons in VT 7 (ITK-R) bei den K<sub>1</sub>-Aufzuchtversuchen in Teichen mit ITK bzw. bei herkömmlicher Teichaufzucht von einsömmrigen Karpfen. Versuche Königswartha 2007.**

Datum	10.4	17.4	26.4	3.5	10.5	15.5	23.5	31.5	6.6	13.6	20.6	27.6	4.7	11.7	17.7	24.7	7.8	21.8	4.9	19.9
<i>Brachionus calyciflorus pala</i>	x	x	x								x	x			x	x		x	x	x
<i>Brachionus calyciflorus amphicerus</i>	x	x	x														x			
<i>Brachionus leydigi tridentatus</i>		x																		
<i>Brachionus urceolaris</i>												x								
<i>Brachionus quadridentatus</i>												x								
<i>Brachionus angularis</i>														x						
<i>Keratella quadrata</i>	x	x	x								x		x			x	x	x	x	x
<i>Keratella cochlearis</i>	x	x	x																x	
<i>Asplanchna priodonta</i>			x	x	x				x	x		x	x	x			x	x	x	
<i>Asplanchna brightwelli</i>																x				
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>				x	x	x								x		x	x	x	x	x
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>								x							x			x		x
<i>Daphnia longispina</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Daphnia magna</i>		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x				x
<i>Daphnia cucullata</i>		x																		
<i>Daphnia pulex pulex</i>				x						x			x	x						
<i>Daphnia galeata</i>					x	x	x		x											
<i>Bosmina longirostris</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Cyclops strenuus</i>		x	x		x	x														
<i>Cryptocyclops bicolor</i>											x	x		x			x	x		
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>				x																
<i>Nauplius Larven</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		x			x		x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ostracoda</i>			x					x		x	x			x			x			
<i>Polyphemus pediculus</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
<i>Pseudochydorus globosus</i>				x	x							x				x		x		
<i>Megacyclops viridis</i>				x																
<i>Diaptomus castor</i>						x		x	x											
<i>Eudiaptomus graciloides</i>								x	x						x	x				
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>										x	x	x	x	x	x					x
<i>Scapholeberis mucronata</i>										x										
<i>Hydrachnidia</i>										x	x			x				x		x
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>												x		x	x					
<i>Chydorus spaericus</i>														x			x	x	x	x
<i>Alonella spec.</i>																	x			x

**Untersuchungen von rückkehrenden Laichfischen Atlantischer Lachse (*Salmo salar*) im  
Rahmen des Programms zur Wiedereinbürgerung des Lachses in die Elbe auf genetische  
Marker**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>115</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>116</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>117</b>
3.1	Genetische Charakterisierung des Besatzmaterials .....	117
3.2	Validierung der Referenzdaten durch Selbstklassifizierung.....	119
3.3	Identifizierung der zurückgekehrten Laichfische.....	119
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>120</b>
<b>5</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>123</b>



## 1 Einleitung

In historischer Zeit war der Lachs eine der wichtigsten Fischarten der Fischerei im gesamten Einzugsgebiet der Elbe. Der ehemalige Elblachs war ein relativ großwüchsiger Fisch mit einem vermutlich hohen Anteil an Multi-Sea-Winter-Lachsen. Die ursprüngliche Population war in der Lage, sehr lange Wanderungen bis in die Oberläufe der Elbe, der Iser, der Moldau oder der Eger zu bewältigen. Der wichtigste Laichaufstieg fand zumindest in Sachsen bis nach Prag im Frühjahr statt (FRITSCH 1894). Die Laichzeit lag zwischen Anfang November bis Anfang Januar. Der Elblachs war an mitteleuropäische Klimabedingungen mit mäßig warmen Sommern angepasst.

Wahrscheinlich gab es jedoch den „Elblachs“ aus heutiger populationsgenetischer Sicht gar nicht. Das außerordentlich heterogene Flusssystem der Elbe war mit großer Wahrscheinlichkeit von verschiedenen, voneinander relativ isolierten Stämmen (Ortsrassen) von Lachsen besiedelt. Durch Gewässerverschmutzung, vor allem aber durch den Gewässerausbau, der die Wanderung der Lachse zu ihren Laichplätzen unterband, waren diese ehemaligen Elblachspopulationen kurz nach Ende des 2. Weltkriegs mit Sicherheit ausgestorben.

Im Jahr 1993 beschlossen die Fischereiverwaltungen der deutschen Elbanliegerländer, den Atlantischen Lachs in die Elbe und ihre Nebenflüsse wieder einzubürgern. Auf den Freistaat Sachsen kam dabei eine besondere Verantwortung zu, denn hier standen noch geeignete Laichhabitate zur Verfügung. In Sachsen wurde deshalb mit der Wiedereinbürgerung begonnen.

Aus genetischer Sicht muss das Ziel jeglicher Besatzmaßnahmen der Erhalt der genetischen Struktur der betreffenden Population sein. Wegen der starken lokalen genetischen Differenziertheit der Wildlachse folgt daraus, dass für bestandsstützende Maßnahmen nur Laichfische der örtlichen Population verwendet werden sollten. Für die Wiedereinbürgerung ausgestorbener Populationen sind dagegen Lachse aus geografisch nahen Populationen desselben Einzugsgebietes am besten geeignet, weil im allgemeinen mit zunehmender geografischer Distanz auch die genetischen Unterschiede größer werden (KING et al. 2001). Sind solche Populationen nicht verfügbar und/oder liegen über die ausgestorbene Population keine genetischen Daten vor, kann der Besatz auch mit Lachsen unterschiedlicher Herkunft erfolgen. Durch ein anschließendes Monitoring der rückkehrenden Laichfische muss dann aber geklärt werden, welche Population für die lokalen Bedingungen am besten geeignet ist.

Als Besatzmaterial für den neuen „Elblachs“ sollten deshalb vorzugsweise viele unterschiedliche, geografisch möglichst nahe Bestände Atlantischer Lachse eingesetzt werden. Erfahrungen mit dem Erstbesatz von vorher lachsfreien Flüssen auf den Faröer-Inseln, dem Carron in Zentralschottland, dem Taff in Wales, der Themse und dem Trent in England sowie aus Kanada zeigen, dass dieser Methode für den Erstbesatz generell der Vorzug gegeben werden muss (MILLS 1993). Durch das breit gefächerte Angebot genetischen Materials kann durch natürliche Auslese ein neuer, genetisch gut angepasster Bestand entstehen. Für diese Besatzstrategie sprach auch, dass es unter den

verfügbaren europäischen, nicht-baltischen Lachsen keinen Bestand gab, der über alle Eigenschaften der ehemaligen Elblachse verfügte. Nah verwandte Lachse anderer deutscher Flüsse (Weser, Ems, Rhein) waren wie der Elblachs selbst ausgestorben. Lachsbestände mit noch einigermaßen langen Wanderwegen im Süßwasser fanden sich nur noch im französischen Loire-Allier-System, das allerdings geografisch recht weit entfernt ist und sich klimatisch deutlich von der Elbe unterscheidet. Verfügbare geografisch nahe Wildlachsbestände im atlantisch-borealen Gebiet wandern im Süßwasser nur über kurze Distanzen und sind auf Grund ihrer aktuell bekannten mittleren Stückmasse durch einen hohen Anteil von Grilsen gekennzeichnet.

Für das erste Besatzjahr 1995 wurden Eier von insgesamt vier westschwedischen und irischen Wildlachsbeständen angekauft. Bereits im zweiten Jahr kamen wegen der höheren Überlebensraten als Besatzmaterial nur noch Eier der schwedischen Lagan-Population zum Einsatz. Im Rahmen der Wiedereinbürgerungsprojekte von Lachsen in Nebenflüsse der Elbe in der Tschechischen Republik und in Brandenburg wird ebenfalls Besatzmaterial aus der gleichen Quelle genutzt.

Im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchungen war zu klären, ob bei der vorerst geringen Zahl der rückkehrenden Laichfische die Variabilität der zurückkehrenden Population der neuen Herkunft „Lachsbach“ ausreichend ist. Es waren Empfehlungen für die Fortführung der Besatzmaßnahmen zu geben.

## **2 Material und Methoden**

Der Besatz von Atlantischen Lachsen (*Salmo salar*) unterschiedlicher Herkunft im Brutstadium macht die Anwendung traditioneller Markierungsmethoden zur Identifizierung der rückkehrenden Laichfische unmöglich. Eine Alternative stellen genetische Marker dar. Als besonders geeignet haben sich sogenannte Mikrosatelliten erwiesen. Mit ihrer Hilfe lassen sich individuelle genetische Profile („Fingerprints“) und - auf deren Basis - auch Gruppenprofile für ganze Populationen erstellen. Geeignete Klassifizierungssoftware wie z.B. die von uns verwendete GeneClass (CORNUET et al. 1999) kann schließlich die Frage beantworten: Welcher individuelle Fingerprint (= welcher Laichfisch) passt zu welchem Gruppenprofil (= zu welcher der in Frage kommenden Besatzherkünfte) am besten?

Ohne Referenzdaten ist eine Klassifizierung natürlich unmöglich. Ein erster Datensatz wurde von den 1995 als Eier bzw. im Augenpunktstadium nach Sachsen importierten Lachsherkünften Shannon, Delphi (Irland) und Lagan (Schweden) gewonnen. Aus der Vielzahl der für den Atlantischen Lachs verfügbaren Mikrosatelliten wurden zunächst sechs ausgewählt und auf ihre Eignung zur Identifizierung der drei Populationen mit Hilfe der so genannten Selbstklassifizierung getestet. Die höchste Präzision (97,8 %) ergab sich dabei durch die Kombination der vier Mikrosatelliten *Ssa197* (O'REILLY et al. 1996), *SSOSL417* (SLETTAN et al. 1995), *PuPuPy* (PATTON et al. 1997, modifiziert aus MORRIS et al. 1996) und *μ60* (ESTOUP et al. 1993): Alle 50 Individuen der Herkunft Lagan wurden korrekt identifiziert, zwei von 50 Individuen der Herkunft Shannon wurden den Lagan-Lachsen

zugeordnet und eines von 36 Individuen der Herkunft Delphi wurde als Shannon-Lachs klassifiziert. Diese vier genetischen Marker wurden daraufhin für alle folgenden Untersuchungen routinemäßig eingesetzt, wobei zwei unterschiedliche Methoden der Klassifizierung angewendet wurden:

Die direkte Methode ermittelt diejenige Population, die am besten zu einem Individuum unbekannter Herkunft passt, ohne auf die statistische Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit Rücksicht zu nehmen. Das hat zur Folge, dass in jedem Fall eine der zur Auswahl angebotenen Populationen als mögliche Herkunft genannt wird.

Die Simulationsmethode berücksichtigt demgegenüber die statistischen Wahrscheinlichkeiten. Dadurch kann es vorkommen, dass alle zur Auswahl stehenden Populationen als Herkunft ausgeschlossen werden, wenn ein festgelegter Schwellenwert (in unserem Fall 0,05) unterschritten wird. Die Herkunft Delphi wurde zwar nicht besetzt, aber dennoch zur Auswahl angeboten, um neben der hohen Präzision der Selbstklassifizierung einen weiteren Indikator für die Aussagekraft der gewählten Mikrosatelliten zur Verfügung zu haben.

Die genetische Identifizierung der rückkehrenden Lachslaicher erfolgte in Abhängigkeit von der zeitlichen Verfügbarkeit der Proben und unter Berücksichtigung der bereits gewonnenen Daten in mehreren Arbeitsetappen. Teilergebnisse wurden bereits in mehreren Zwischenberichten (November 2003, 2005 und 2006) zusammengefasst, werden hier jedoch noch einmal wiedergegeben, um den chronologischen Ablauf und die logischen Zusammenhänge deutlicher zu machen.

An 50 Brütlingen der Herkunft Lagan, 50 künstlich erbrüteten Nachkommen von Rückkehrern (nachfolgend als „Lachsbach“ bezeichnet) und 20 zurückgekehrten Laichfischen wurden die Genotypen der vier Mikrosatelliten-Loci *Ssa197* (O'REILLY et al. 1996), *SSOSL417* (SLETTAN et al. 1995), *PuPuPy* (PATTON et al. 1997, modifiziert aus MORRIS et al. 1996) und *μ60* (ESTOUP et al. 1993) bestimmt. Für den genetischen Vergleich der beiden Brütlingsgruppen untereinander sowie der Lagan-Brut des Jahrganges 2007 mit früheren Jahrgängen (1995 und 2002 - 2006) wurde die Software GENEPOP (RAYMOND & ROUSSET 1995) verwendet. Die Validierung der neuen Referenzdaten sowie die Klassifizierung der Rückkehrer nach der direkten bzw. Simulationsmethode erfolgten mit Hilfe der Software GeneClass (CORNUET et al. 1999).

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Genetische Charakterisierung des Besatzmaterials**

Der Vergleich der Lagan-Brut 2007 mit den Nachkommen der Rückkehrer (Lachsbach) offenbarte statistisch signifikante Unterschiede an allen vier Mikrosatelliten sowohl in den Genotyp- als auch in den Allelfrequenzen. Durch die Untersuchung der Nachkommen von Rückkehrern ergab sich erstmalig die Gelegenheit, auch die Variabilität innerhalb der zwei Gruppen von Besatzmaterial zu vergleichen. Während der Anteil heterozygoter Individuen in beiden Gruppen auf einem ausreichend und ähnlich hohem Niveau lag (75,5 % bei der Lachsbach- und 66,2 % bei der Lagan-Brut;

die Differenz ist statistisch nicht signifikant), war die Lachsbach-Brut mit durchschnittlich nur 5,25 Allelen deutlich weniger variabel als die Lagan-Brut mit durchschnittlich 8,25 Allelen (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Genetische Variabilität (Anteil heterozygoter Individuen und Anzahl der Allele an den Mikrosatelliten-Loci) der untersuchten Lachse**

Mikrosatelliten-Locus	Anteil heterozygoter Individuen (%)			Anzahl der Allele		
	Lachsbach	Lagan	Rückkehrer	Lachsbach	Lagan	Rückkehrer
<i>SSOSL417</i>	100,0	85,4	80,0	6	7	9
<i>μ60</i>	72,0	75,5	85,0	6	9	11
<i>Ssa197</i>	80,0	93,9	90,0	7	14	15
<i>PuPuPy</i>	50,0	10,0	55,0	2	3	3
<b>Mittelwert</b>	<b>75,5</b>	<b>66,2</b>	<b>77,5</b>	<b>5,25</b>	<b>8,25</b>	<b>9,50</b>

Auch bei dieser Differenz kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur von einer Tendenz gesprochen werden; statistisch ist sie (noch) nicht signifikant ( $P = 0,14$ ). Vergleicht man jedoch die Lachsbach-Brut mit den Rückkehrern, wird der Unterschied in der durchschnittlichen Anzahl der Allele noch größer (5,25 gegenüber 9,50) und nähert sich mit einem  $P$ -Wert von 0,08 stark der üblichen Signifikanzgrenze von 0,05 an. Dieser Vergleich macht auch deutlich, dass der Verlust an genetischer Variabilität (Allelen) bei den Nachkommen nicht durch mangelnde Variabilität der Rückkehrer verursacht wurde, sondern während der künstlichen Reproduktion erfolgt sein muss.

Für den Vergleich der Lagan-Brut 2007 mit früheren Jahrgängen dieser Herkunft standen Daten der Jahre 1995 und 2002 - 2006 (insgesamt also sechs Jahrgänge) zur Verfügung. Die separat für jeden Mikrosatelliten durchgeführten, paarweisen Vergleiche der Brutjahrgänge erbrachten folgende Ergebnisse:

- An den Loci *Ssa197* und *μ60* wurden bei allen Tests statistisch signifikante Unterschiede in den Genotyp- und Allelfrequenzen festgestellt.
- Für den Locus *SSOSL417* erbrachte nur ein paarweiser Vergleich (2002 & 2007) nichtsignifikante Differenzen in beiden Parametern.
- Der Locus *PuPuPy* zeigte – wie schon in den vorangegangenen Untersuchungen – mit jeweils sieben die höchste Anzahl nichtsignifikanter, paarweiser Unterschiede in den Genotyp- und Allelfrequenzen (2002 & 2005; 2002 & 2006; 2002 & 2007; 2003 & 2004; 2005 & 2006; 2005 & 2007; 2006 & 2007).

### 3.2 Validierung der Referenzdaten durch Selbstklassifizierung

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden zwei aktualisierte Referenzdatenbanken erstellt:

- a) Erweiterung der Referenzdatenbank aus dem Vorjahr um die Lagan-Brut 2007; diese Datenbank umfasst jetzt insgesamt 436 Individuen (36 Lachse der Herkunft Delphi, 50 Lachse der Herkunft Shannon und 350 Lachse der Herkunft Lagan)
- b) nochmalige Erweiterung dieser Datenbank um die Lachsbach-Brut auf nunmehr insgesamt 486 Individuen.

Die Selbstklassifizierung ergab für beide Referenzdatenbanken sehr hohe Prozentsätze korrekt zugeordneter Individuen (96,8 % für Datenbank a; 96,1 % für Datenbank b). Diese Werte bestätigen erneut die hohe Präzision und Aussagekraft der gewählten genetischen Marker.

Einzelne Fälle von falschen Klassifizierungen betrafen vor allem Lagan und Shannon, Lagan und Lachsbach sowie Shannon und Lachsbach.

### 3.3 Identifizierung der zurückgekehrten Laichfische

Wie zu erwarten, wurde nach der direkten Klassifizierungsmethode unter Verwendung beider Referenzdatenbanken die überwiegende Mehrzahl der Rückkehrer der Herkunft Lagan zugeordnet: 17 Individuen bzw. 85 % (Datenbank ohne Lachsbach) und 16 Individuen bzw. 80 % (Datenbank mit Lachsbach). Deutlich wird dies auch in der Tabelle im Anhang.

Bei Anwendung der Simulationsmethode wurden zwar immer noch die meisten Rückkehrer dieser Herkunft zugeordnet; unter Verwendung beider Datenbanken wurden jedoch auch übereinstimmend die jeweils gleichen sechs Individuen (= 30,0 %) als nicht klassifizierbar eingestuft. Das ist ein deutlicher Anstieg im Vergleich zum Vorjahresbericht (10,7 – 21,1 % nicht klassifizierbare in den Jahren 1999 bis 2001).

Interessant ist auch die Tatsache, dass erstmals seit 2001 wieder einzelne Rückkehrer der irischen Herkunft Shannon zugeordnet wurden. Nach der direkten Methode und unter Verwendung der Referenzdaten ohne Lachsbach handelte es sich dabei um drei Rückkehrer (6/06; 9/06 und 14/06). Während sich die Zuordnung des Rückkehrers 14/06 als Shannon-Lachs nach der direkten Methode auch unter Verwendung der Referenzdaten mit Lachsbach nicht änderte, wurden die beiden restlichen Individuen jetzt der Herkunft Lachsbach zugeordnet. Zu dieser Gruppe gehörte jetzt auch der Rückkehrer 4/3, der vorher noch als Lagan-Lachs identifiziert wurde. Vergleicht man die Ergebnisse der Simulationsmethode bei beiden Datenbanken, fällt auf, dass nur der Rückkehrer 14/06 durchgängig als Shannon klassifiziert wird. Der Rückkehrer 6/06, der vorher nach der direkten Methode entweder der Herkunft Shannon oder Lachsbach zugeordnet worden war, ist jetzt nicht mehr klassifizierbar – ebenso wie der Rückkehrer 4/3, der vorher als Lagan bzw. Lachsbach identi-

fiziert worden war. Die geänderte Klassifizierung des Rückkehrers 9/06 (vorher Shannon, jetzt Lachsbach) bleibt dagegen bestehen.

#### **4 Diskussion**

Zwischen dem Besatzmaterial der Herkunft Lagan und den Nachkommen der Rückkehrer bestanden signifikante genetische Unterschiede an allen untersuchten Mikrosatelliten. Ob es sich hierbei um grundsätzliche Unterschiede oder lediglich um eine möglicherweise nicht repräsentative „Momentaufnahme“ handelt (es konnte bisher nur ein Nachkommenjahrgang untersucht werden) bleibt offen, bedarf aber dringend einer Klärung: Sollten sich diese Unterschiede in den folgenden Jahren bestätigen, wäre es sinnvoll, den Anteil der Nachkommen von Rückkehrern am Besatzmaterial so weit wie möglich zu erhöhen, denn diese haben durch ihr Überleben bis zur Geschlechtsreife ihre Fitness unter den gegebenen Umweltbedingungen bereits unter Beweis gestellt. Die Verwendung einer größeren Anzahl Rückkehrer für die künstliche Reproduktion wäre zudem dringend erforderlich, um der tendenziellen Abnahme an genetischer Variabilität bei den Nachkommen entgegenzuwirken, bevor sie statistisch signifikant wird. Zu einer möglichst hohen effektiven Populationsgröße könnten auch geeignete Paarungsmethoden (faktorielles Design) beitragen. Gleichzeitig kann bei den Lagan-Eiimporten noch immer nicht von einem genetisch einheitlichen Besatzmaterial gesprochen werden: In der überwiegenden Mehrzahl der möglichen Jahrgangsvergleiche wurden signifikante genetische Unterschiede an den Mikrosatelliten gefunden. Immerhin ist aber durch die Zunahme nichtsignifikanter Unterschiede eine Tendenz zur Homogenisierung erkennbar. Wenn auf Eiimporte auch in Zukunft nicht verzichtet werden kann, sollten – wie schon im letzten Bericht empfohlen – nach Möglichkeit über die Laichsaison verteilt, mehrere kleinere Chargen bezogen werden.

Die Selbstklassifizierung der Referenzdaten einschließlich Lachsbach wies eine hohe Genauigkeit von 96,1 % auf. Interessant ist, dass von den falsch zugeordneten 13 Individuen sechs Fälle Lagan- bzw. Lachsbach-Brütlinge betrafen: Ein Lagan-Lachs 2002, zwei Lagan-Lachse 2003 und ein Lagan-Lachs 2004 wurden als Lachsbach klassifiziert und umgekehrt, zwei Lachsbachbrütlinge wurden den Lagan-Lachsen zugeordnet. Einerseits unterstreicht die hohe Rate korrekter Selbstklassifizierungen dieser beiden Lachsherkünfte die obige Feststellung, dass es sich bei den Lagan-Lachsen und den Nachkommen der Rückkehrer um eigenständige Gen-Pools handelt, andererseits spiegeln die fehlerhaften Zuordnungen einiger Nachkommen von Rückkehrern zu den Lagan-Lachsen (und umgekehrt) deren „Abstammung“ vom Lagan-Besatzmaterial wider.

Drei von 20 Rückkehrern wurden nach der direkten Methode dem Gen-Pool „Lachsbach“ zugeordnet, nach Anwendung der Simulationsmethode war es immerhin noch einer. Bei diesem Individuum (9/06) könnte es sich daher eventuell um einen Nachkommen früherer Rückkehrer handeln. Auch hier gilt jedoch, dass für eine zuverlässigere Aussage noch zu wenig genetische Daten über die Nachkommen von Rückkehrern zur Verfügung stehen.

Der überraschend hohe Anteil von 30 % nicht klassifizierbarer Rückkehrer widerspricht früheren Untersuchungsergebnissen. Ob es sich dabei um einen einmaligen „Ausrutscher“ oder um einen tatsächlichen Trend hin zu einer Zunahme von Streunern handelt (für Letzteres würde auch die Zuordnung des Rückkehrers 14/06 zur irischen Herkunft Shannon sprechen), müssen künftige Untersuchungen klären.

Zusammenfassend lassen sich aus den vorliegenden Ergebnissen folgende zukünftige Forschungsschwerpunkte ableiten:

- Fortsetzung des Monitorings der genetischen Variabilität der Nachkommen von Rückkehrern,
- Erhebung weiterer Daten für eine detailliertere Analyse genetischer Unterschiede zwischen Lagan- und Nachkommen-Besatzmaterial,
- Monitoring des Anteils nicht klassifizierbarer Individuen (Streuner) unter den Rückkehrern.

Für das generelle Management ist zu empfehlen, künftig soviel Rückkehrer wie möglich zu fangen und zu reproduzieren. Bei der Reproduktion sollten künftig faktorielle Paarungen vorgenommen werden. Beide Maßnahmen würden zu einer Maximierung der effektiven Populationsgröße beitragen und damit einem Verlust an genetischer Variabilität bei den Nachkommen entgegenwirken.

## 5 Literatur

- CORNUET, J. M., PIRY, S., LUIKART, G., ESTOUP, A. & SOLIGNAC, M. (1999): New methods employing multi-locus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics* 153: 1989-2000.
- ESTOUP, A., PRESA, P., KRIEG, F., VAIMAN, D. & GUYOMARD, R. (1993): (CT)<sub>n</sub> and (GT)<sub>n</sub> microsatellites: a new class of genetic markers for *Salmo trutta* L. (brown trout). *Heredity* 71: 488-496.
- FRITSCH, A. (1894): Der Elbelachs. Eine biologisch-anatomische Studie. Prag: 114 S.
- KING, T. L., KALINOWSKI, S. T., SCHILL, W. B., SPIDLE, A. P. & LUBINSKI, B. A. (2001): Population structure of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a range-wide perspective from microsatellite DNA variation. *Molecular Ecology* 10: 807-821.
- MILLS, D. (1993): Strategien zum Wiederaufbau von Lachsflüssen. In: Schriftenreihe der Lachs- und Meerforellen Sozietät und der ARGE für Fischarten- und Gewässerschutz der norddeutschen Landessportfischerverbände. 1: 32 S.
- MORRIS, D. B., RICHARD, K. R. & WRIGHT, J. M. (1996): Microsatellites from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and their use for genetic study of salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 120-126.
- O'REILLY, P. T., HAMILTON, L. C., MCCONNELL, S. K. & WRIGHT, J. M. (1996): Rapid analysis of genetic variation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) by PCR multiplexing of dinucleotide and tetranucleotide microsatellites. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2292-2298.

- PATTON, J. C., GALLAWAY, G. J., FECHHELM, R. G. & CRONIN, M. A. (1997): Genetic variation of microsatellite and mitochondrial DNA markers in broad whitefish (*Coregonus nasus*) in the Colville and Sagavanirktok rivers in northern Alaska. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 1548-1556.
- RAYMOND, M. & ROUSSET, F. (1995): GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. Journal of Heredity 86: 248-249.
- SLETTAN, A., OLSAKER, I., LIE, Ø (1995): Atlantic salmon, *Salmo salar*, microsatellites at the SSOSL25, SSOSL85, SSOSL311, SSOSL417 loci. Animal Genetics 26: 281-282.



## 6 Anhang

Klassifizierung von 20 Lachs-Rückkehrern der Saison 2006/2007 nach zwei Methoden (direkt bzw. Simulation) und unter Verwendung zweier Referenzdatenbanken (ohne bzw. mit Besatzmaterial "Lachsbach")

Proben- bezeichnung	Referenzdaten ohne Lachsbach		Referenzdaten mit Lachsbach	
	direkt	Simulation	direkt	Simulation
1/06	Lagan	n. k.	Lagan	n. k.
2/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
3/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
4/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
5/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
<b>6/06</b>	<b>Shannon</b>	<b>n. k.</b>	<b>Lachsbach</b>	<b>n. k.</b>
7/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
8/06	Lagan	n. k.	Lagan	n. k.
<b>9/06</b>	<b>Shannon</b>	<b>Shannon</b>	<b>Lachsbach</b>	<b>Lachsbach</b>
10/06	Lagan	<b>n. k.</b>	Lagan	n. k.
11/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
12/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
13/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
<b>14/06</b>	<b>Shannon</b>	<b>Shannon</b>	<b>Shannon</b>	<b>Shannon</b>
15/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
16/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
4/1	Lagan	n. k.	Lagan	n. k.
4/2	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan
<b>4/3</b>	<b>Lagan</b>	<b>n. k.</b>	<b>Lachsbach</b>	<b>n. k.</b>
20/06	Lagan	Lagan	Lagan	Lagan

n. k. = nicht klassifizierbar

## **Impressum**

**Herausgeber:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Internet: [www.smul.sachsen.de/fulg](http://www.smul.sachsen.de/fulg)

**Autoren:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Abteilung Tierische Erzeugung  
Tim Gottschalk, Matthias Pfeifer, Gert Füllner  
Postfach 11 40  
02697 Königswartha  
Telefon: 035931 296-18  
Telefax: 035931 296-11  
E-Mail: [gert.fuellner@smul.sachsen.de](mailto:gert.fuellner@smul.sachsen.de)

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei e.V.  
Klaus Kohlmann  
Müggelseedamm 310  
12587 Berlin

**Redaktion:** siehe Autoren

**Endredaktion:** Öffentlichkeitsarbeit  
Präsidialabteilung

**ISSN:** 1867-2868

**Redaktionsschluss:** September 2008

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.